



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

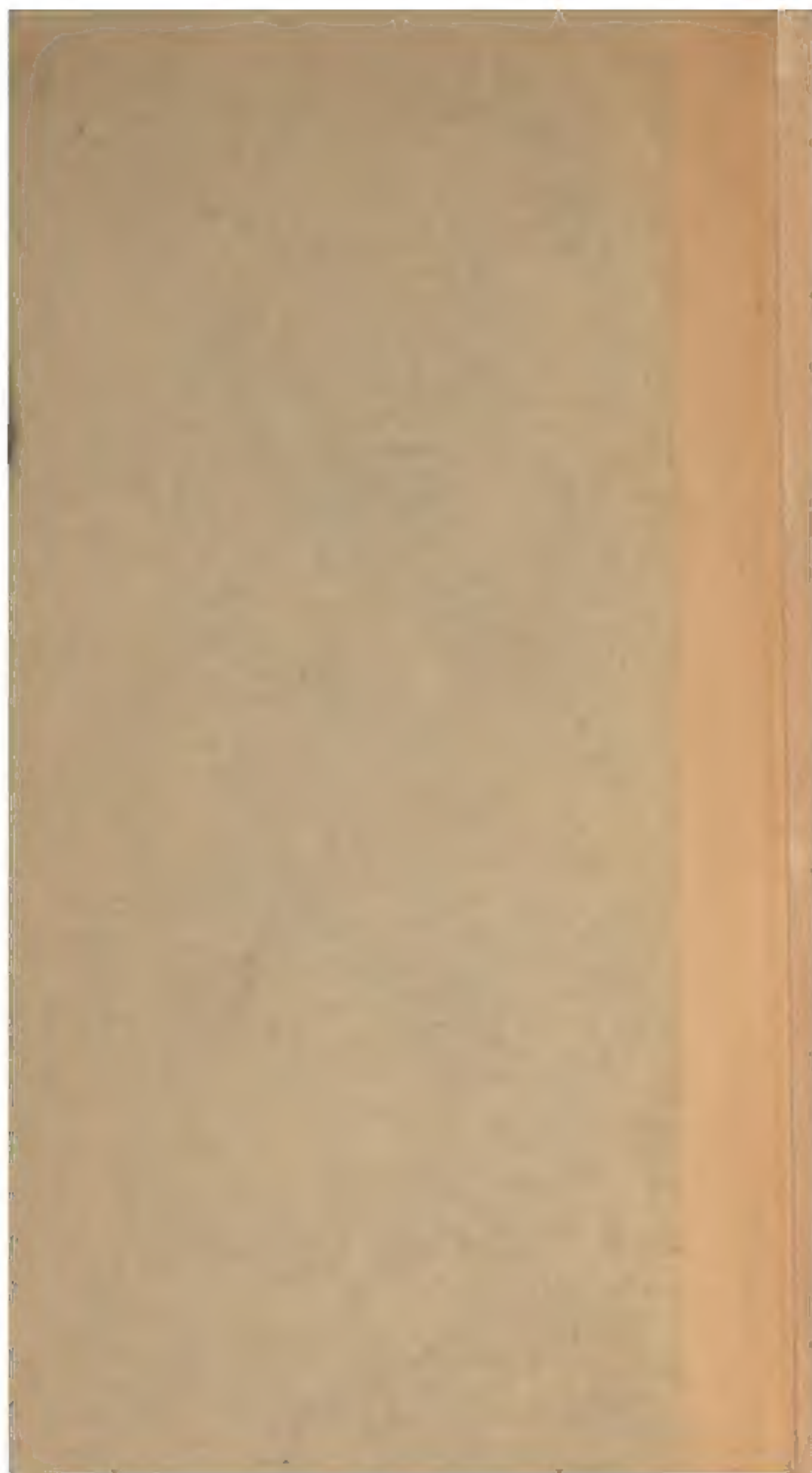
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES



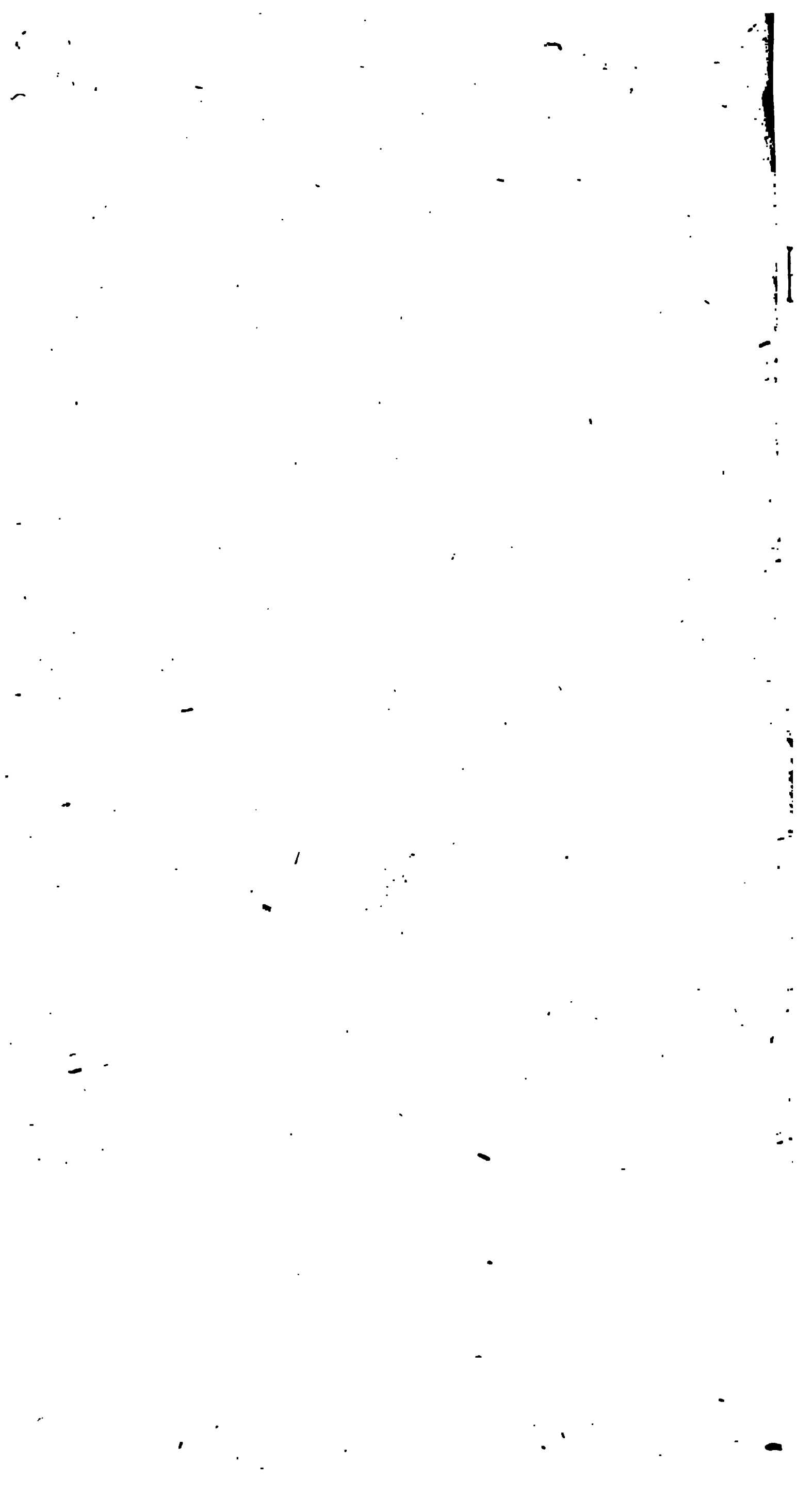
3 3433 06274687 4



PAA

Annalen

700
6452



ANNALEN

DER

PHYSIK.



HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATURF. FREUNDEN IN BERLIN,
DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN SOCIETÄTEN ZU HALLE, GÖTTIN-
GEN, JENA, MAINZ U. POTSDAM, U. DER BATAV. GESELLSCHAFT
DER WISSENSCHAFTEN ZU HAARLEM.



SIEBZEHNTER BAND.

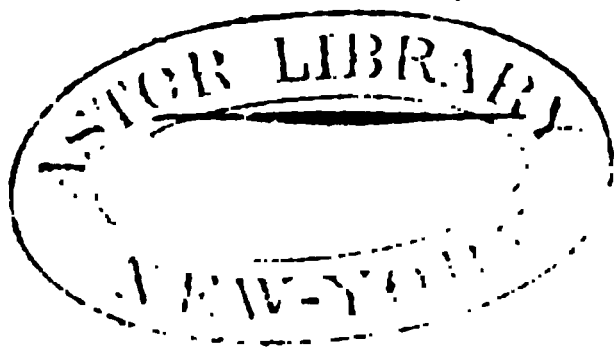
NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN.

HALLE,

IN DER REINGERSCHEN BUCHHANDLUNG.

1804.

ANNALEN
DER
PHYSIK.



HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATURE. FREUNDEN IN BERLIN,
DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN SOCIETÄTEN ZU HALLE, GÖTTINGEN,
JENA, MAINZ U. POTSDAM, U. DER BATAV. GESELLSCHAFT
DER WISSENSCHAFTEN ZU HAARLEM.



SIEBZEHNTER BAND.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1804.

I N H A L T.

Jahrgang 1804, Band 2,

oder

Siebzehnter Band. — Erstes Stück.

- I. Wichtigkeit der Versuche von Tourdes und Circaud über die Reizbarkeit des Faserstoffs durch Galvani'sche Electricität; und merkwürdige Versuche über die Veränderungen, welche das Blut durch Einwirkung des Sonnenlichts, der verstärkten Galvani'schen Electricität und verschiedener Reagentien erleidet; von Joh. Ant. Heidmann, Med. Doct. in Wien Seite 1
- II Fortgesetzte electriche Versuche; und Bemerkungen über die leuchtende Erscheinung bei den Windbüchsen, vom Prof. Remer in Helmstädt 15
- III. Nachricht von den neuesten Versuchen des Grafen Rumford über die strahlende Wärme mitgetheilt vom Dr. Friedländer in Paris 33
- IV. Ueber das allgemeine Gesetz für die Expansivkraft des Wasserdampfs durch Wärme, nach Dalton's Versuchen; nebst einer Anwendung dieses Gesetzes auf das Verdunsten der Flüssigkeiten; von Soldner in Berlin 44

V. (Auf der Reise.) Bemerkungen über Dalton's Versuche über die Expansivkräfte luft- und dampfförmiger Flüssigkeiten, und über die für die Hygrometrie und Eudiometrie daraus gezogenen Folgerungen, vom Hofrath Parrot, Prof. der Physik auf der Universität zu Dorpat Seite 82

VI. Lalande's neue Thermometerscale 102

VII. Versuche und Berechnungen über die Temperatur, bei welcher Wasser die größte Dichtigkeit hat, und über die Ausdehnung des Quecksilbers durch Wärme, von G. G. Hällström, Prof. der Phys. zu Abö 107

VIII. Eine Bemerkung über den Schwefel-Kohlenstoff, vom Herausgeber 111

IX. Auszug aus einem Briefe von Herrn Richard Chenevix, Esq., Mitgl. der Londn. Societät, an den Herausgeber.

(Von seinen chemischen Untersuchungen über die Verwandtschaft der Metalle; über Ritter's Abhandlung, vom Galvanismus der Metallgemische; Erklärung, die Zweifel betreffend, die man gegen seine Versuche mit dem Palladium erhoben hat; Prüfung der Winterl'schen Materialien zu einer neuen Chemie)

115

X. Eine kleine akustische Entdeckung, von Vieth, Director und Professor der Mathematik zu Dessau 117

XI. Physikalische Preisfrage der zweiten Teyler'schen Gesellschaft zu Haarlem auf den 1sten April 1805. 121

XII. Preisvertheilung und Preisfragen der Göttinger Societät der Wissenschaften 122

XIII. Preisvertheilung der Kopenhagener Landhaushaltungs-Gesellschaft 128

Zweites Stück.

I. Beobachtung über die Strahlenbrechung, angestellt zu Eckwarden an der Jahde, vom Dr.

H. W. Brandes

Seite 129

Zweck der Beobachtungen	131
Methode	133
Größe der Beobachtungsfehler	134
Lage der Standpunkte und Signalpfähle	136
Lage und Entfernung der beobachteten Gegenstände	139
Bestimmung des Nullpunkts	142
Scheinbare Höhe der beobachteten Gegenstände	145
Wahrer Nullpunkt	147
Journal der Beobachtungen in Tabellenform	150
Ob der Lichtstrahl immer so gebrochen wird, daß er nach der Erde zu concav ist	155
Vergleichungen der Beobachtungen von verschiedenen Höhen aus	158
auf gleich entfernte ungleich hohe Gegenstände	161
auf ungleich entfernte Gegenstände	166
Schnelle Aenderungen der Refraction	175
Einige Beobachtungen über die Spiegelungen	178

II. Ueber die Fata Morgana und ähnliche Phänomene, vom Dr. Castberg in Kopenhagen

183

III. Eine neue merkwürdige Beobachtung über die verschiedenen Arten der Electricität, welche fein gepulverte färbende Substanzen durchs Durchpudern für sich, und mit einander gemengt annehmen, von Ad. Traug. von Gersdorf auf Meffersdorf

200

IV. Versuche über die Electricität des Holzes beim Schaben oder Schneiden, von W. Wilson in London

205

V. Schmelzpunkt des Bleies und Siedepunkt des Quecksilbers, von M. J. Chrichton

211

VI. Fortgesetzte Nachricht von den neuesten Versuchen des Grafen von Rumford über die strahlende Wärme, welche er dem franz.

~~Nat. Inst.~~ mitgetheilt hat, vom Dr. Fried-
länder in Paris

Seite 213

VII. Zusatz zu den vorigen Versuchen, das Ge-
setz betreffend, wornach die Wärme sich
durch feste Körper verbreitet, von Biot,
Mitglied des Nat. Inst., mitgetheilt vom Dr.
Friedländer

231

VIII. Versuche über das Absorptionsvermögen
der Kohle, vom Grafen Carl Ludw. von
Morozzo

239

IX. Nachricht von den künstlichen Gesundwas-
sern, welche im Großen verfertigt Friedr.
Wilh. Fries, der kurpfalzbaier. und kur-
erzkanz. künstl. Gesundbrunnen Director zu
Prüfening bei Regensburg

248

X. Preisaufgaben von der königl. böhmischen Ge-
sellschaft der Wissenschaften

255

Drittes Stück.

I. Prüfung der Hypothese des Grafen von Rum-
ford über die Fortpflanzung der Wärme in
den Flüssigkeiten, vom Hofrath Parrot,
Professor der Physik auf der Universität zu
Dorpat

257

II. Ein seinen Stand aufzeichnendes Thermome-
ter, von M. J. Chrichton

317

III. Ein anderes seinen Gang aufzeichnendes Ther-
mometer, von Alex. Keith, Esq., F. R. S.
und F. E. S.

319

IV. Beschreibung einer neuen Methode, Stahl-
stangen durch den Kreisstrich zu magnetifi-
ren, von C. G. Sjösteen

325

V. Ueber einige prismatische Farbenerscheinun-
gen ohne Prisma, und über die Farbenzer-
streuung im menschlichen Auge, vom Dr.

**Mollweide, Lehrer an dem Pädagogio zu
Halle**

Seite 328

- VI. Einiges über die Luftfahrt des Grafen Zam-
beccari in Bologna, nach Augenzeugen 338
- VII. Ueber die Zauberringe oder Hexenzirkel 351
- VIII. Programm der batavischen Gesellschaft der
Wissenschaften zu Haarlem für das Jahr 1804
357
- IX. Physikalische Preisfragen der Utrechter Ge-
sellschaft der Künste und Wissenschaften auf
den 1sten Oct. 1804 und 1805 367

Viertes Stück.

- I. Prüfung der Hypothese des Grafen von Rum-
ford über die Fortpflanzung der Wärme
in den Flüssigkeiten, vom Hofrath Parrot,
Prof. der Phys. zu Dorpat.

Zweiter Abschnitt. Widerlegung des Satzes der
absoluten Nichtleitung durch directe Versuche, und
Aufstellung eines neuen wichtigen Satzes in der
Lehre der Wärmeleitung

369

- II. Von dem Electricitätsverdoppler von Des-
orme's und Hatchette, dem Nat. - Inst.
vorgel. am 31sten Oct. 1803; mit Bemer-
kungen des Herausgebers

414

- III. Skizze der von Bennet vor 1789 und
von Cavallo vor 1795 angestellten Versu-
che über die Electricitätserregung durch ge-
genseitige Berührung von Metallen, von
Will. Nicholson

428

- IV. Beobachtungen über die Electricität der me-
tallischen Substanzen, von Haüy, Prof. der
Mineral. am naturh. Mus. in Paris

441

- V. Bemerkungen über die Funken, welche ent-
stehn, wenn Stahl gegen harte Körper ge-

schlagen wird; von Davy, Professor der
Chemie an der Royal Inst.

Seite 446

**VI. Ueber die Verfertigung der feinen Schnei-
dewaaren aus Stahl, von Will. Nicholson
in London**

453

Anhang, Vortheile beim Schleifen schneidender In-
strumente

471

VII. Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.

1. Von Herrn Dr. Benzenberg aus Schöller bei
Elberfeld und aus Paris. (Fortsetzung seiner Fall-
versuche in einem Steinkohlenschachte; und ob-
sich die pariser Sternwarte zu solchen Versuchen
eignet)

476

2. Von Herrn Dr. Gastberg aus Wien. (Eine glü-
hende Harmonica; Bestätigung von Erman's
electrometrischen Versuchen, welche eine durch
den Erdboden bewirkte electriche Vertheilung
beweisen; neue Gesundquelle bei Ofen; etc.)

482

3. Von Herrn Bergassessor Dr. Richter in Berlin,
(sein Aräometer; vollkommen reiner Nickel; u. s. f.)

485

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1804, FÜNFTES STÜCK.

I.

*Nichtigkeit der Versuche
von TOURDES und CIRCAUD, über die
Reizbarkeit des Faserstoffs durch
galvanische Electricität;*

und

*merkwürdige Versuche über die Veränderungen,
welche das Blut durch Einwirkung des
Sonnenlichts, der verstärkten Galvanischen
Electricität und verschiedner Reagentien
erleidet;*

von

JOH. ANT. HEIDMANN,
Medicinae Doctor in Wien.

1.

Sehr überraschend mußte für mich die Nachricht
seyn, daß J. Tourdes *) und bald darauf auch

*) Siehe Gilbert's Ann. der Physik, B. 10, S. 499.
Heidm.

Circaud, *) beide durch directe Versuche, die Contractilität des Faserstoffs des Blutes durch Einwirkung der Galvanischen Electricität beobachtet haben wollten, — da Herr Prof. Prochaska und ich schon lange zuvor uns vorgenommen hatten, ähnliche Untersuchungen anzustellen, und die Wirkung der verstärkten Galvanischen Electricität auf den Faserstoff mit der auf die Muskelfasern zu vergleichen. Wir waren auf dieses Vorhaben gekommen, weil der Faserstoff das meiste zur Bildung der Muskelfasern beiträgt, und auch in seinem chemischen Verhalten mit ihnen die größte Uebereinstimmung zeigt. Die Ausführung dieser Untersuchung verzögerte sich indess, so daß uns die Erfahrungen von Tourdes und Circaud früher überraschten. — Wir änderten nun unsern Entschluß dahin ab, uns durch eigne Versuche von der Richtigkeit ihrer Beobachtungen zu überzeugen; und zu dem Ende stellte ich gegen Ende Maies, in Gesellschaft der Herren Professoren Prochaska und Peffina, und der Herren Doctoren Schreiber und Wagner folgende Versuche an.

Versuch 1. Einem Pferde, das an verdächtigen Drüsen litt, wurde die *Vena iugularis* geöffnet, und das heraus fließende Blut in ein Gefäß mit

*) *Journ. de Physique par Delamétherie*, T. 55, p. 402 und 468, 4., und *Gilbert's Annalen der Physik*, B. 13, S. 236. Heidm.

warmen Wasser gelassen, dessen Temperatur die des Blutes wenig überstieg. Dies geschah in der Absicht, um den Faserstoff baldmöglichst, und von allen übrigen Bestandtheilen des Blutes absondert zu erhalten. Der schon in einer Minute nach Eröffnung der Ader sich erzeugende Faserstoff wurde vermittelst eines Haarsiebes aufgefangen, auf eine Glastafel gelegt, und mit den beiden Enden einer aus 3zölligen Scheiben errichteten Voltaischen Säule von 30 Lagen, durch silberne Spiralketten in Verbindung gebracht. Allein bei hellem Sonnenscheine und unter freiem Himmel konnten wir weder mit bloßen Augen noch mit einer Loupe die geringste Bewegung wahrnehmen, die uns auf einige Contractilität des Faserstoffes durch das Galvanische Agens hätte schließen lassen.

Dafs die Voltaische Säule hinlänglich wirkte, konnten wir daraus abnehmen, weil bei jeder hergestellten Verbindung des Faserstoffes mit der Säule, eine Menge Luftbläschen, nach Art des Schaumes, das mit der Kupferseite in Verbindung gestandene Drahtende umgeben hatten.

Versuch 2. Ich wiederholte diesen Versuch mit der Abänderung, dafs einem ganz gesunden lebhaften Pferde die Ader geöffnet wurde; weil sich nach unserer Meinung der Faserstoff aus dem Blute des ersten Pferdes nur sehr langsam gebildet hatte. Allein auch hier konnten wir bei der grössten Aufmerksamkeit auf die Wirkung der Galvanischen Ele-

etrichität nicht die geringste Bewegung an dem Faserstoffe beobachten.

Ich suchte das Mißlingen dieser Versuche theils in der zu geringen Wirksamkeit einer Voltaischen Säule von 30 Lagen, theils in der Methode, wie ich den Faserstoff erhalten hatte, obgleich Tourdes in seinem Briefe an Volta sagt, daß, als er den fibrösen Theil des Blutes, der zurück bleibt, nachdem man alle wässerige Feuchtigkeit, das Blutwasser, u. s. w., abgeschieden hat, der Einwirkung der Voltaischen Säule bei einer Temperatur von ungefähr 30° R. aussetzte, er Contraktionen, denen ähnlich, welche das Fleisch erst getödteter Thiere zeigt, beobachtet habe. Daher beschloß ich, die abgeänderte Verfahrensart Circaud's zu versuchen, welcher den Faserstoff aus dem Blute erst getödteter Ochsen durch Schlagen mit Stäben und mit der Hand erzeugte.

Versuch 3. Angestellt am 8ten Juli 1803. Temperatur der atmosphärischen Luft 20° R., Barometerstand 28 Zoll 5 Linien.— Einem gefunden lebhaften Pferde wurde die *Vena iugularis* geöffnet, das Blut in einem kupfernen Gefäße aufgefangen, und der Faserstoff des Blutes durch Schlagen, theils mit einer Ruthe, theils mit der Hand, schon nach einer Minute erhalten. Diesen Faserstoff setzte ich augenblicklich auf einer Glastafel der Einwirkung einer Voltaischen Säule von 65 Lagen aus. Allein auch jetzt war nicht die geringste Bewegung, weder mit freien Augen, noch mit einem doppelten

Vergrößerungsgläse zu beobachten, obgleich bei jeder hergestellten Verbindung mit der Säule, der Faserstoff so wohl, als der schon geronnene Blutkuchen, eine hellrothe Farbe an den berührten Stellen annahm, und eine Menge Luftbläschen sich um das Drahtende bildete.

Versuch 4. Einem gesunden lebhaften Schafe wurde die *Arteria iugularis* geöffnet, und das sehr schöne hellrothe Blut in einem hölzernen Gefäße aufgefangen und bloß mit der Hand geschlagen und bewegt. Schon in einer halben Minute nach Eröffnung der Ader hatte sich der Faserstoff gebildet, welcher auf der Stelle, und noch von 28° R. Wärme, auf einer Glastafel in die Kette der nämlichen Voltaischen Säule von 65 Lagen gebracht wurde. Doch wiederum blieb er ohne alle Bewegung, und das bis zum völligen Erkalten.

Auch das Blut, welches aus der geöffneten Arterie, bei gänzlicher Verblutung des Thiers, zuletzt heraus floss, und aus dem der Faserstoff sich augenblicklich erzeugte, gab unter gleichen Umständen keinen andern Erfolg.

Da ich, unter den Umständen, wie sie Ciraud angiebt, an dem Faserstoffe, der sich aus dem Blute der Pferde und eines Schafes erzeugte, nicht die geringsten Contractionen durch Galvanische Electricität hatte bewirken können, so suchte ich Gelegenheit, in einer Schlachtbank diese nämlichen Versuche mit dem Blute erst getödteter Ochsen anzustellen. Dies geschah am 12ten Juli früh

um 11 Uhr, an einem sehr heitern Tage und unter freiem Himmel.

Versuch 5. Temperatur der atmosphärischen Luft 50 R., Barometerstand 28 Zoll 3 Linien. Einem sehr lebhaften Ochsen wurde, nachdem er geschlachtet war, die *Arteria* und *Vena iugularis* zu gleicher Zeit geöffnet. Das im starken Strome herausfließende Blut wurde in einem hölzernen Gefäße aufgefangen, und mit einem hölzernen Stabe bewegt und geschlagen, bis sich der Faserstoff, beiläufig in einer Minute, gebildet hatte. Ein großer Klumpen dieses Faserstoffs wurde auf einer Glastafel der Einwirkung der Voltaischen Säule von 82 Lagen unterworfen. Aber auch in diesem Versuche konnte ich an dem noch ganz warmen Faserstoffe nicht das geringste Oscilliren, welches mit der Contractilität der Muskelfasern nur einiger Massen hätte verglichen werden können, weder mit bloßen noch mit bewaffneten Augen wahrnehmen.

Versuch 6. Eine halbe Stunde darauf wurde ein zweiter Ochse geschlachtet, das Blut in einem hölzernen Gefäße aufgefangen, und der Faserstoff durch bloßes Schlagen und Bewegen mit der Hand erhalten. Schon innerhalb einer Minute nach Eröffnung der Adern befand sich ein großer Klumpen Faserstoff unter der Einwirkung der nämlichen Säule; allein auch hier nahm ich keine andern Veränderungen wahr, als die ich schon oben an dem Blute der Pferde und des Schafes beobachtet und angemerkt habe; nämlich ein Rötherwerden der mit

den Verbindungsdrähten berührten Stellen des Blutkuchens, die Entstehung häufiger Luftbläschen, und ein schnelleres Festwerden des Faserstoffs gegen den, der bloß der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt blieb.

Noch habe ich an diesem schönen und heißen Sommertage die Beobachtung gemacht, daß sich aus dem Blute, dem Sonnenlichte ausgesetzt, viel früher der Faserstoff, als aus dem erzeugte, welches ich absichtlich im Schatten stehen liefs.

Diese Versuche schienen, nach meiner Meinung, hinzureichen, um die Richtigkeit der von den Herren Tourdes und Circaud angegebenen und bekannt gemachten Erfahrungen sehr zweifelhaft zu machen, da überdies aus den Versuchen über die Reitzbarkeit der Muskelfasern bekannt ist, daß die Einwirkung der Nervenkraft, welche hier ganz außer Spiel gesetzt wäre, auf Hervorbringung der Muskelcontractionen ganz unentbehrlich sey. Gesetzt indess auch, jene Erfahrungen wären richtig, so würden sie doch die von Circaud daraus gezogene Folgerung, (*Gilbert's Annalen*, B. 13, S. 239,) keineswegs rechtfertigen, daß nämlich die Muskeln nicht vermöge ihrer Nerven, sondern vermöge einer andern uns noch unbekannten Ursache contractil sind. Denn die Nerven müßten im belebten thierischen Organismus für die Muskeln auf eine ähnliche Art, wie hier das Galvanische Fluidum auf den Faserstoff, und in den gewöhnlichen Galvanischen Versuchen auf die Ner-

ven und Muskeln präparirter Thiere wirksam gedacht, und gleichsam als Leiter jener thierischen Electricität angesehen werden, welche Professor Galvani zuerst entdeckte, nachher Aldini durch abgeänderte Versuche bestätigte, und die auch ich bei meinen häufigen hierüber angestellten Untersuchungen gleich anfangs voraus gesetzt habe.

2.

Eben als ich beschäftigt war, die Resultate meiner fruchtlosen Versuche zur öffentlichen Bekanntmachung aufzuzeichnen, kam mir eine schon vor 3 Jahren gemachte Beobachtung wieder in das Gedächtniß, die mir schon damahls sehr interessant zu seyn schien. Ich wollte nämlich, an einem sehr heitern Sommertage die freiwilligen Veränderungen, welche das Blut in der atmosphärischen Luft erleidet, etwas genauer beobachten, und brachte zu dem Ende einen Tropfen Blut eines erst getödteten Frosches auf das Observationsglas meines zusammen gesetzten Mikroskops. Ich war nicht wenig erstaunt, eine ganze Minute lang, während das Sonnenlicht auf diesen Blutstropfen einwirkte, die lebhaftesten Bewegungen in allen Theilen des Tropfens, der aus einem schönen netzförmigen Gewebe zu bestehen schien, wahrzunehmen. — Dieses leitete mich auf die Idee, ob nicht vielleicht das *bloße Gerinnen des Blutes*, während dessen sich der Faserstoff entwickelt, mit solchen regelmäßigen Bewegungen, die den Muskelcontractionen

gleichen, auch ohne allen Einfluß des Galvanischen Fluidums, begleitet sey, und ob nicht vielleicht die Einwirkung des Galvanismus diese Bewegungen bloß beschleunige oder sonst verändere.

Um dieses zu bestimmen, habe ich folgende Versuche mit Hülfe eines zusammen gesetzten Mikroskops bei einer 250mahligen Vergrößerung des Objektes, so wohl mit dem *Sonnenlichte*, als auch mit dem Lichte einer großen *Lampe* angestellt.

Versuch 1. Ich schnitt einem Frosche den Kopf ab, und ließ unmittelbar aus dem Herzen einen Tropfen Blut auf das Observationsglas des Instruments fallen. Dieser ausgebreitete Tropfen Blut mit der angeführten Vergrößerung betrachtet, bildete auf der Stelle ein röthliches netzförmiges Gewebe von ziemlicher Regelmäßigkeit, welches 10 Minuten hindurch ununterbrochene Bewegungen äußerte. Diese Bewegungen hatten die größte Aehnlichkeit mit schwachen Contractionen und Dilatationen der Muskelfibern, und stellten dem Beobachter ein wirklich schönes Schauspiel dar. Als schon alles ruhig war, untersuchte ich mit freien Augen die Veränderungen, welche das Blut während dieser Zeit erlitten hatte; es war vollkommen zu einem kleinen Blutklumpen geronnen.

Versuch 2. Bei der großen Deutlichkeit dieses netzförmigen Gewebes, und der Regelmäßigkeit der Bewegungen, versuchte ich, um jede Täuschung, (die unter einer so beträchtlichen Vergrößerung leicht eintreten konnte,) zu beseitigen, al-

nige Tropfen Blut in den Focus eines Vergrößerungsglases zu bringen und die Veränderungen derselben mit freien Augen oder höchstens mit einer einfachen Loupe zu beobachten. Wirklich nahm ich dabei mit bloßen Augen die nämlichen Erscheinungen wahr, nur mit dem Unterschiede, daß sie dem Auge viel früher unsichtbar wurden. Auch bemerkte ich, daß an jeder Stelle des Blutes, die der Focus einige Zeit lang traf, eine augenblickliche Gerinnung und Verbrennung des Blutes vor sich ging, der ähnlich, welche ein mit der Zinkseite der Voltaischen Säule verbundener Draht bewirkt.

Versuch 3. Ich ließ darauf aus einer absichtlich gemachten Wunde an dem Schenkel eines Frosches zwei Tropfen Blut unmittelbar auf das Beobachtungsglas des Mikroskops fallen, breitete sie etwas aus einander, und beobachtete unter der vorhin angegebenen Vergrößerung die angeführten Bewegungen, welche 15 Minuten lang dauerten. In dem Augenblicke, als diese freiwilligen Bewegungen aufhörten, unterwarf ich das schon geronnene Blut der Einwirkung einer Voltaischen Säule von 50 Lagen; und auf der Stelle erfolgten noch einige Bewegungen, die aber nicht durch das ganze Blut, sondern nur durch die Peripherie verbreitet, und zwei Minuten über sichtbar waren.

Versuch 4. Ich schnitt einem Frosche den Kopf ab, und ließ zwei Tropfen Blut auf das Ob-

servationsglas fallen, beobachtete unter der nämlichen Vergrößerung die freiwilligen Bewegungen, und setzte, als sie sich noch sehr lebhaft äußerten, das Blut der Einwirkung der nämlichen Voltaischen Säule aus. Es erfolgten sogleich nicht nur lebhaftere Bewegungen durch die ganze Blutmasse, vorzüglich an den mit den Verbindungsdrähten berührten Stellen, sondern auch ein stärkeres und schnelleres Gerinnen des Blutes, so daß in 10 Minuten schon alles ruhig, und die beiden Tropfen vollkommen geronnen waren.

Versuch 5. Diesen Versuch wiederholte ich mit der Abänderung, daß ich beide Tropfen Blut in dem Zeitpunkte, wo es noch freiwillige Bewegungen äußerte, mit einem kleinen Tropfen sehr verdünnter oxygenirter Salzsäure benetzte, worauf diese regelmäßigen Bewegungen auf der Stelle merklich verstärkt wurden, das Blut aber auch sehr bald gerann.

Versuch 6. Als ich dagegen bei einem andern Versuche auf das Blut, als es noch ein lebhaftes Oscilliren äußerte, einen Tropfen oxygenirter Salzsäure fallen ließ, hörten nicht allein alle Bewegungen augenblicklich auf, sondern es wurde auch das regelmäßige netzförmige Gewebe zerstört, und ein vollkommenes Gerinnen des Blutes in Gestalt der Flecken bewirkt. — Diese nämlichen Veränderungen bewirkten auch Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure, u. s. w., in dem Blute.

Versuch 7. Ich vermischte ferner mit dem Blute, als es noch freiwillige Bewegungen äußerte, einen Tropfen reiner Kaliauflösung. Dieser hatte nicht allein augenblicklich jede freiwillige Bewegung auf, sondern das Blut wurde auch gänzlich in seiner Beschaffenheit geändert, gelb und braun gefärbt, und in unregelmäßige Flocken aufgelöst.

Versuch 8. Um mich zu belehren, ob das regelmäßige netzförmige Gewebe und die freiwilligen Bewegungen ausschliesslich dem Blute, und nicht auch andern animalischen und vegetabilischen Feuchtigkeiten eigen sind, stellte ich folgende Versuche an. Ich schnitt einem Frosche den Kopf ab, um ihn verbluten zu lassen, drückte, als dies geschehen war, das im Herzen noch vorhandene Blutwasser auf das Observationsglas des Mikroskops, und beobachtete die Veränderungen desselben mit der nämlichen Vergrößerung. Allein ich konnte weder die geringsten Bewegungen, noch jenes regelmäßige netzförmige Gewebe wahrnehmen; vielmehr erschien das Blutwasser als eine gleichförmige, flüssige körnige Masse, in welcher sich die Blutkugeln zerstreut und ohne gehörige Mischung zeigten.

Diesen Versuch wiederholte ich mit Speichel, mit thierischem Samen, mit den Auflösungen verschiedener Salze, des Kleifters, des arabischen Gummi und mit andern Feuchtigkeiten; allein nirgends konnte ich etwas beobachten, was mit diesen frei-

Drabtkette der positive Conductor mit dem Fußboden verbunden, so wird der Conductor des Reibezeuges negativ electrifirt; eine Bequemlichkeit, welche die schnelle Anstellung der Versuche mit beiden Formen der Electricität ungemein erleichtert. Die angeschlossene Zeichnung, (Taf. I, Fig. 1,) giebt eine deutliche Ansicht von dem Baue der Maschine und von dem Apparate, welchen ich bei dem gleich zu beschreibenden Versuche anwende. *A* ist der positive, *B* der negative Conductor, beide isolirt. *C* und *D* sind geschärfte Drähte, welche auf die Conductoren gesteckt sind, und *E F* ist ein gebogener Draht, der isolirt über dem Cylinder der Maschine so aufgehängt ist, daß das Ende *E* desselben von der Spitze *C*, und das Ende *F* von der Spitze *D* nur $1\frac{1}{2}$ Zoll absteht.

Wird nun der Cylinder der Maschine in Bewegung gesetzt, so zeigt sich auf der Spitze *D* ein Strahlenpunkt, an *F* ein Büschel, an *E* ein Punkt, an *C* ein Büschel; und hat man beträchtliche Entwicklung von Electricität, so ist beim plötzlichen Stillstehen des Cylinders jedes Mahl an *D* und *E* das Ausströmen eines kleinen Strahlenbüschels mit lautem zischenden Geräusche wahrnehmbar.

Nun ist es aber bekannt, daß der Strahlenbüschel jedes Mahl die Gegenwart der positiven, der leuchtende Punkt jedes Mahl die Gegenwart der negativen Electricität in demjenigen Körper andeutet, aus welchem diese Lichterscheinung hervor

ben habe, daß nämlich bei einer schwachen Electricität der Funken *in* den *positiv* electrifirten Conductor *hinein*, so wie *aus* dem *negativ* electrifirten *heraus* zu fahren scheine, sey ein optischer Betrug gewesen. Ich würde ihm gern beistimmen, wenn ich der Einzige gewesen wäre, der diese Beobachtung angestellt hat; allein ich habe sie vor beinahe hundert Zeugen in einem Collegio mehr als Ein Mal hervor gebracht, und sie auch, nachdem mir diese Einwendung gemacht war, mit Fleiß in Gegenwart parteiischer und unparteiischer Zeugen wiederholt, welche alle, wie ich, den Funken die entgegen gesetzte Bahn durchlaufen sahen. Am auffallendsten und unläugbarsten zeigt sich diese Erscheinung bei geriebenen Glasröhren. Hier brechen nämlich zwei bis dreizollige Funken aus dem genäherten Fingerknöchel hervor, und begeben sich nach dem Glase hin. Begreifen kann ich die Sache bis jetzt noch nicht.

2.

Das Ausströmen eines Strahlenbüschels aus einem auf dem negativen Conductor befestigten feinen Drahte, (*Annalen*, VIII, 335, 5,) hat mir zu einem sehr interessanten Versuche Gelegenheit gegeben. Meine, vom Herrn Prof. Fricke in Braunschweig verfertigte Electrirmaschine ist so gebaut, daß mit dem Reibeküssen des Cylinders ein auf Glasröhren stehender Conductor verbunden ist. Wird nun das Reibzeug isolirt und durch eine
Draht-

II.

**Fortgesetzte electrische Versuche;
und
Bemerkungen über die leuchtende Er-
scheinung bei den Windbüchsen,**

vom

Prof. WILH. REMER

in Helmstädt.

Die electrischen Versuche, welche ich in den *Annalen*, B. 8, S. 323 ff., beschrieben habe, haben das Glück gehabt, einigen einsichtsvollen Physikern nicht zu mißfallen. Um desto dreister wage ich es, eine Nachlese zu ihnen zu liefern, welche mir der Bekanntmachung noch weniger unwerth zu seyn scheint, und aus der sich vielleicht nicht unwichtige Folgerungen für die Electrologie ziehen lassen. Vielleicht tragen auch meine Versuche etwas dazu bei, daß man auf unsre alten Reibemaschinen wieder mehr Zeit wende, und sie aus dem Dunkel ziehe, in dem sie im Vergleich mit der Voltaischen Säule stehn, da man seit den außerordentlichen Entdeckungen, welche diese veranlaßt hat, sie fast weniger als ihre so viel jüngere Schwester kennt.

1.

Der Recensent der *Annalen* in der medicinisch-chirurgischen Zeitung glaubt die Erscheinung, welche ich, *Annalen*, VIII, 332, No. 4, beschrie-

ben habe, daß nämlich bei einer schwachen Electricität der Funken *in* den *positiv* electrifirten Conductor *hinein*, so wie *aus* dem *negativ* electrifirten *heraus* zu fahren scheine, sey ein optischer Betrug gewesen. Ich würde ihm gern beistimmen, wenn ich der Einzige gewesen wäre, der diese Beobachtung angestellt hat; allein ich habe sie vor beinahe hundert Zeugen in einem Collegio mehr als Ein Mahl hervor gebracht, und sie auch, nachdem mir diese Einwendung gemacht war, mit Fleiß in Gegenwart parteilicher und unparteilicher Zeugen wiederholt, welche alle, wie ich, den Funken die entgegen gesetzte Bahn durchlaufen sahen. Am auffallendsten und unläugbarsten zeigt sich diese Erscheinung bei geriebenen Glasröhren. Hier brechen nämlich zwei bis dreizöllige Funken aus dem genäherten Fingerknöchel hervor, und begeben sich nach dem Glase hin. Begreifen kann ich die Sache bis jetzt noch nicht.

2.

Das Ausströmen eines Strahlenbüschels aus einem auf dem negativen Conductor befestigten feinen Drahte, (*Annalen*, VIII, 335, 5,) hat mir zu einem sehr interessanten Versuche Gelegenheit gegeben. Meine, vom Herrn Prof. Fricke in Braunschweig verfertigte Electrirmaschine ist so gebaut, daß mit dem Reibeküssen des Cylinders ein auf Glasröhren stehender Conductor verbunden ist. Wird nun das Reibezeug isolirt und durch eine
Draht.

Drahtkette der positive Conductor mit dem Fußboden verbunden, so wird der Conductor des Reibzeuges negativ electrifirt; eine Bequemlichkeit, welche die schnelle Anstellung der Versuche mit beiden Formen der Electricität ungemein erleichtert. Die angeschlossene Zeichnung, (Taf. I, Fig. 1,) giebt eine deutliche Ansicht von dem Baue der Maschine und von dem Apparate, welchen ich bei dem gleich zu beschreibenden Versuche anwende. *A* ist der positive, *B* der negative Conductor, beide isolirt. *C* und *D* sind geschärste Drähte, welche auf die Conductoren gesteckt sind, und *E F* ist ein gebogener Draht, der isolirt über dem Cylinder der Maschine so aufgehängt ist, daß das Ende *E* desselben von der Spitze *C*, und das Ende *F* von der Spitze *D* nur $1\frac{1}{2}$ Zoll absteht.

Wird nun der Cylinder der Maschine in Bewegung gesetzt, so zeigt sich auf der Spitze *D* ein Strahlenpunkt, an *F* ein Büschel, an *E* ein Punkt, an *C* ein Büschel; und hat man beträchtliche Entwicklung von Electricität, so ist beim plötzlichen Stillstehen des Cylinders jedes Mahl an *D* und *E* das Ausströmen eines kleinen Strahlenbüschels mit lautem zischenden Geräusche wahrnehmbar.

Nun ist es aber bekannt, daß der Strahlenbüschel jedes Mahl die Gegenwart der positiven, der leuchtende Punkt jedes Mahl die Gegenwart der negativen Electricität in demjenigen Körper andeutet, aus welchem diese Lichterscheinung hervor

bricht. Mithin muß der Draht EF an seinen beiden Endpunkten entgegen gesetzte Electricitäten, und in einer Gegend zwischen den Punkten E und F , (seinen *Polen*,) eine Stelle haben, wo er keine electricischen Erscheinungen mehr giebt, (einen *Indifferenzpunkt*.) Diesen Punkt zu finden, habe ich mich der Electrometer vergebens bedient; brauchbarer war dazu die einfache Kugel aus Hollundermark, welche an einem seidenen Faden isolirt, erst positiv, dann negativ electrifirt wurde, und im ersten Falle von allen Punkten des Drahtes zwischen F und I abgestoßen, in I aber angezogen, im zweiten von den Punkten zwischen E und I abgestoßen, in I aber wiederum angezogen wurde. Da nun I eine Anziehung zu $\mp E$ hat, so kann es selbst nur $\circ E$ besitzen. Die Punkte zwischen E und I zogen die positiv electrifirte, die Punkte zwischen I und F die negativ electrifirte Kugel an. Dieser Versuch ist ein neuer Beweis des Fundamentalsatzes der Electrologie, daß gleichnamige Electricitäten sich abstoßen, ungleichnamige sich anziehen, und das Factum bedarf keiner weitem Erklärung, da sie sich jedem Kenner aufdrängt.

3.

Ich veränderte den Apparat nun dahin, daß ich die Drähte D und F mit einander verband. Als dann war der ganze Draht $D F E$ negativ electrifirt, und in E erschien der leuchtende Punkt.

4.

Darauf verband ich den Conductor *B* mit dem Fußboden, hob die Verbindung zwischen *D* und *F* auf, und electrifirte. Jetzt war in Ansehung der Lichterscheinungen alles wieder wie bei dem Versuche 2; als ich aber nun den Indifferenzpunkt auf die vorhin beschriebene Weise suchen wollte, fand ich ihn nicht mehr in *I*, sondern der Draht war von *F* bis *x* positiv electrifirt, von *x* bis *E* hingegen negativ, und der Indifferenzpunkt lag in *x*. Als ich darauf den Conductor *A* mit dem Fußboden verbunden und *B* wieder isolirt hatte, so fand ich, bei fortdauernden gleichen Lichterscheinungen, den Draht zwischen *E* und *y* negativ; zwischen *y* und *F* positiv. Folglich war nun *y* der Indifferenzpunkt geworden.

Wem fällt hier nicht die Voltaische Säule und das Wandern des Indifferenzpunkts bei dieser, nach Maaßgabe der angebrachten Ableitung, ein?

5.

Diese Versuche brachten mich auf den Gedanken, welchen ich mich nicht entsinne, irgendwo gelesen zu haben; daß die Lichterscheinung, welche wir an Drahtspitzen wahrnehmen, die einem electrifirten Körper entgegen gehalten werden, Zeichen von Electricität *in diesen Spitzen selbst* sind. Um mich davon näher zu überzeugen, stellte ich folgende Versuche an:

1. Ich isolirte einen Draht und näherte ihn dem positiv electrifirten Conductor so weit, daß sich auf seiner Spitze ein Lichtpunkt zeigte, d. h., ungefähr bis auf 3 Zoll. Jetzt untersuchte ich seine Electricität mit einem negativ electrifirten Hollundermarkkugelchen, und fand, daß dieser Draht die Kugel abstieß. Nachdem ich ihn aber aus der Atmosphäre des positiv electrifirten Conductors weggenommen hatte, zog er die Kugel an.

2. Das nämliche, aber umgekehrt, erfolgte bei dem negativ electrifirten Conductor.

3. Ein dem positiven Conductor genäherter Draht zog ein positiv electrifirtes, so wie ein dem negativen genäherter, ein negativ electrifirtes Kugelchen an, so lange sich die Drähte in der Atmosphäre des Conductors befanden.

4. Alle diese Versuche gelangen eben so, wenn der Draht von einer isolirten Person, ja, auch dann, wenn er von einer nicht-isolirten Person gehalten wurde.

Meine Vermuthung war also bestätigt; nur kann ich noch nicht mit Gewisheit sagen, ob der Draht, welchen ich zu dem Versuche gebrauchte, sein $\mp E$ durch ungleiche Vertheilung, oder durch wirkliche Mittheilung oder Entziehung von Electricität erhalten hat. Das erste sollte man glauben, da er sogleich $o E$ zeigte, als ich ihn aus der Atmosphäre des Conductors wegnahm. Allein er kann auch, da er ziemlich zugespitzt war, diese

Electricität, der Einsaugung aus der Atmosphäre verdanken.

6.

Sehr angenehm überraschte mich Herrn Ritter's Beobachtung, (*Voigt's Magazin*, B. 6, St. 2, S. 105 ff.,) welcher wahrnahm, daß, als er die beiden Gas gebenden Golddrähte von den Polen der Voltaischen Säule trennte, diese nach einer kurzen Weile ihre Functionen vertauschten, so daß der, welcher bisher Sauerstoffgas gegeben hatte, jetzt einen schwachen Strom Wasserstoffgas gab, und umgekehrt. Ich kann nicht umhin, auf die Aehnlichkeit dieser Erscheinung mit der von mir an negativ electrifirten Spitzen wahrgenommenen Erscheinung, (*Annalen*, VIII, 335, 5,) aufmerksam zu machen, wo während des Umlaufes des Cylinders ein Strahlenpunkt, und eine ganz kurze Zeit nachher ein schwacher zischender Strahlenbüschel *) wahrzunehmen war. Statt der negativen und positiven Gasströme erfolgten hier die negativen und positiven Erscheinungen. Herrn Ritter führten wichtigere Gegenstände von dieser Erscheinung ab, und verhinderten ihn, sich bei Erklärung derselben zu verweilen. Doch scheint mir dieser Versuch, so klein er auch ist, wohl eine Erklärung zu verdienen. Sollte vielleicht, um meine Ansicht der Sache zu eröffnen, der Hergang der Sache folgender seyn?

*) Sollten nicht überhaupt die Strahlenpunkte ganz kleine Strahlenbüschel seyn? R.

So lange der Cylinder der Maschine gedreht wird, strömt durch die aufgesteckte Spitze beständig Electricität aus der Atmosphäre in den seiner Electricität beraubten negativen Conductor hinein; daher der leuchtende Punkt. Hört nun die Bewegung des Cylinders auf, so reißt sich ein Strom der atmosphärischen Electricität während der Zeit, da der Draht nicht leuchtet, aus der Luft in den Draht hinein und versetzt diesen in einen positiv electrifirten Zustand, wäre es auch nur in Beziehung auf die den Draht zunächst umgebende Luftportion, so daß jetzt das $+$ E aus der Spitze in Gestalt eines Büschels hervor bricht, um das Gleichgewicht wieder herzustellen. Diese Vermuthung wird dadurch noch wahrscheinlicher, daß nur sehr starke Electricitäten diese Erscheinung bewirken, daß sie selbst sehr schwach ist, und daß sie am positiven Conductor, auch unter den günstigsten Umständen, nicht hervor gebracht werden kann.

Herrn Ritter's Versuch wäre vielleicht etwas dem Aeboliches, und bestünde in einem Sichtbarwerden des durch die Electricität der Voltaischen Säule frei gemachten, aber noch dem Wasser anhängenden Sauerstoffes und Wasserstoffes. Nimmt man dazu die Bemerkung, daß die Geschmacks- und Gesichtspheänomene, welche diese Drähte nach aufgehobener Verbindung mit der Voltaischen Säule hervor bringen, geradezu die entgegengesetzten von denen sind, welche während ihrer Verbindung mit der Säule wahrgenommen werden;

so ist es sogar wahrscheinlich, daß jetzt ein ganz umgekehrter chemischer Prozeß mit diesen Drähten erfolge, so daß der Draht, welcher vorhin sich positiv gegen den Sauerstoff verhielt, nun gegen ihn eine negative Beschaffenheit annimmt, und umgekehrt.

Immer aber bleibt die Erscheinung höchst sonderbar, und scheint mir sehr für die Einheit der electrischen Materie zu sprechen. *)

7.

Meine Bekanntmachung des *Windbüchsenlich-*tes hat diese Sache wenigstens zur Sprache gebracht, wenn auch darüber noch nichts hinlänglich aufgeklärt ist. Herr D. und Prof. Weber in Landshut äußert sich mit einiger Empfindlichkeit darüber, (*Annalen*, XI, 344,) daß ihm die Priorität der Entdeckung zustehe, und daß seine Behauptungen darüber von dem Publicum nicht beachtet seyen. Ich hatte aber seine dort genannte Schrift weder damahls gelesen, als ich zuerst über diesen Gegenstand schrieb, noch habe ich sie mir,

*) Ich habe in meinen frühern Versuchen einige Fälle angegeben, welche mir für Symmer's Dualismus zu sprechen scheinen. Damit wollte ich diesem Systeme nicht das Wort reden, indem ich das *Franklinische* für richtiger halte, sondern nur auf einige noch nicht ganz erhellte Stellen aufmerksam machen.

ungeachtet aller meiner Bemühungen, bisher verschaffen können, kann folglich über seine Erklärungen dieses Gegenstandes nicht urtheilen; — und da er schon gesucht hatte, die Aufmerksamkeit der Physiker auf ihn zu leiten, so bleibt, bei ihrem gänzlichen Schweigen darüber, mein Vorwurf wegen einer nicht unbeträchtlichen Unachtsamkeit, in doppelter Stärke stehen. Die Prioritätsrechte an dieser Entdeckung will ich gern aufgeben, sie gehören aber Herrn Weber ebenfalls nicht, sondern den vielen Windbüchfenschützen, welche diese Erscheinung sahen, und, *ut sumus homines*, nichts dabei dachten. Uebrigens hält Herr Weber das Phänomen für electrisch. So auch Herr Confist. Sekr. Wolff in Hannover, welcher seine Ideen darüber in *Voigt's Magazin*, 1802, B. 4, St. 6, S. 826 ff., und in den *Annalen*, XII, 608, bekannt gemacht hat. Der letzte sucht den Grund des Mislingens der von mir angestellten electroskopischen Versuche in der leitenden Kraft des Oehles, mit welchem das Gewehr eingeöhl't ist, und wovon allerdings ein beträchtlicher Theil mit dem Schusse hervor gepreßt wird. Er erklärt die Entstehung der Electricität von dem Reiben der mit Oehl geschwängerten, folglich leitenden Luft, an der feinen, folglich nicht leitenden. Ich glaube zwar wohl, daß auf diese Weise Electricität entstehen könne; allein ob dieser Vorgang die von uns beobachtete Lichterscheinung bewirke, ist wohl noch nicht entschieden. Denn:

1. Das Licht, welches hier entwickelt wird, ist so beträchtlich, daß man eine starke electriche Spannung dabei wahrnehmen müßte, wenn es von Electricität entstände, und daß der schlechte Leiter, welcher hier vorhanden ist, (der Oehldunst,) sie nicht ganz und auf einmahl ableiten könnte.

2. Schwerlich möchte die Reibung des Oehldunstes, (denn Luft reibt sich nicht an Luft,) an der Luft im Stande seyn, eine so starke Electricität zu erzeugen, als hier vorhanden seyn müßte, wenn das Licht electriche wäre.

3. Die Ursachen, welche die Electricität, Herrn Wolff's Meinung gemäß, erzeugen sollen, bleiben in der mit Luft gefüllten eingeöhlten Windbüchse beständig, allein die Intensität des Lichtes nimmt in dem nämlichen Verhältnisse ab, in welchem die Dichtigkeit der Luft in der Kolbe abnimmt. Anfänglich sehe ich, wenn ich mit 250 Kolbenzügen die in meiner Windbüchse befindliche Luft dem relativen Maximo ihrer Condensation möglichst nahe gebracht habe, einen fast fußlangen Lichtkegel aus dem Rohre fahren, welcher mein ganzes, ziemlich geräumiges Zimmer schwach erhellt. Mit jedem Schusse nimmt aber das Licht beträchtlich ab; und wenn der Druck der Luft noch stark genug ist, eine Kugel in ein tannes Brett, in einer Entfernung von 30 Gängen auf einen Zoll tief hinein zu treiben, so ist das Licht ein bloßes bläuliches Flämmchen an der Spitze des Rohres, welches beim nächsten Schusse ganz verschwunden ist.

Dieses durfte nicht der Fall seyn, da hier die reibenden Kräfte noch so groß sind.

4. Man sieht diese Erscheinung nicht bei allen Windbüchsen, sondern nur bei einigen, welche ich selbst, (a. a. O., S. 339,) bemerkt habe, und welches Herr Prof. Gilbert, (eben das., S. 340. Note,) bestätigt. Allein alle metallene Windbüchsen sind eingeebht; folglich müßten sie, hätte Herr Wolff Recht, alle diese angebliche Electricität erzeugen.

Diese Zweifel, zusammen genommen mit der völligen Unmöglichkeit, dabei eine Spur von Electricität sinnlich wahrnehmbar zu machen, zwingen mich, eine andere Erklärung des Windbüchsenlichtes zu suchen, wozu folgende Punkte vielleicht die Materialien enthalten:

1. De parcieux bemerkte, daß, wenn man die so genannten Petarden der Barometermacher, (kleine, sehr dünn geblasene, fast luftleere Kugeln, welche bei der leisesten Erschütterung mit Knallen zerbrechen,) im Dunkeln zersprengt, sie dann einen Lichtschein von sich gehen. *)

2. Derselbe sah, daß, wenn im *Guerike'schen* Vacuo eine luftvolle, dünn geblasene Glaskugel zerbrochen wurde, sich Licht wahrnehmen ließ. **)

3. Dasselbe erfolgt, nach Hrn. Weber, Wolff und mir, beim Abschiesse der Windbüchse.

*) *Gren's Journal*, B. 8, S. 20.

R.

**) Eben daselbst.

R.

4. Wenn man die Luft unter der Glocke der Luftpumpe *) verdichtet, nachdem man das Rohr, durch welches der Raum der Glocke mit dem Cylinder verbunden ist, mit einem Wassertropfen versehen hat, und dann die Luft schnell durch dieses Rohr entweichen läßt, so gefriert das Wasser an dem Rohre zu Eis. Es wird folglich bei dieser Verdünnung der Luft Wärme gebunden. (Piotet.) **)

5. Wenn man in die Condensationsglocke ein empfindliches Thermometer hängt, so steigt das Quecksilber in demselben während des Condensirens um einige Grade, und fällt beim raschen Ausreten der Luft schnell viel tiefer herab, als es vor dem Versuche stand. Bis zum Gefrierpunkte wollte es mir jedoch nie fallen. Die Condensation der Luft macht folglich Wärme frei.

6. Wenn man unter dem Reoipienten der Luftpumpe die Luft beträchtlich vermindert, nachdem ein sehr empfindliches Thermometer in demselben angebracht ist, so fällt das Quecksilber um einige Grade, und steigt wieder, wenn man die Luft aufs neue Zutreten läßt, oft höher, als es vor dem Versuche stand. Hier wird folglich durch die Verdünnung der Luft Wärme gebunden.

*) Ich besitze die ältere *Leiste'sche*.

R.

**) Scherer's *Journal*, 16tes Heft, S. 481, Herr Ziegler in Winterthur hat dasselbe bei einer andern Gelegenheit an Papin's Digestor gesehen. *N. allg. Journ. d. Chemie*, B. 1, S. 221.

R.

Alle diese Versuche erfordern große Genauigkeit und Vorsicht, besonders in Ansehung des Umstandes, daß das Thermometer so angebracht werde, daß es ringsum mit schlechten Wärmeleitern umgeben ist. *)

Vergleichen wir nun die Lichterscheinungen mit den Wärmephänomenen, so nehmen wir eine sonderbare Uebereinstimmung dabei wahr, indem überall, wo dichtere Luft schnell in einen größeren Raum ausgedehnt wird, *Kälte* und *Licht* erscheinen (*Wärme gebunden*, *Licht entbunden* wird.) Fast sollte man daher bewogen werden, zu glauben, daß diese beiden, so oft neben einander existirenden, so oft mit einander verwechselten, und so oft für einander entgegen gesetzt gehaltenen Wesen, wenn sie materiell sind, wirklich einander entgegengesetzt sind, **) und daß das Gebundenwerden von Wär-

*) Mit vorzüglicher Genauigkeit und besonderer Scharfsinne sind Dalton's *Versuche über Wärme und Kälte*, die bei mechanischer Verdichtung und Verdünnung der Luft entstehen, angestellt, welche man in den *Annalen*, XIV, 101, beschrieben findet, und die Herr Prof. Remer übersehn zu haben scheint. Dieselbe Erscheinung, welche unter 4 aufgeführt wird, hat man mehr im Großen bei der Höll'schen Maschine in Schemnitz in Ungarn wahrgenommen, (siehe *Jars metallurg. Reisen.*)

d. H.

**) Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit auf eine diese Ostern erscheinende Schrift meines Freundes, des Herrn Prof. Bartels hieselbst,

stoff eine ihm proportionale Menge von Lichtstoff auszuscheiden vermöge.

Will man indess aus dieser Coexistenz die Causalverbindung dieser beiden Phänomene nicht ableiten, so kann man vielleicht eine andere Erklärung derselben in der veränderten Dichtigkeit finden. Vielleicht hat nämlich die Luft, je dichter sie ist, eine desto stärkere Kraft, den Lichtstoff mit sich zu verbinden und chemisch zu vereinigen, (eine desto größere Capacität für das Licht,) Wenigstens rückt die Luft bei einer solchen gewaltsamen Verdichtung in einen sehr kleinen Raum zusammen, welchen sie vorhin mehrere Mahl auszufüllen im Stande gewesen seyn würde. Dasselbe thut auch das Licht, welches materiell und chemisch gebunden, in dieser Luftportion enthalten ist. Wenn aber dieser Luft ein Ausweg gestattet wird, so dehnt sie sich schnell in einen größern Raum aus, wobei, (wie in dem Falle, wo tropfbare Flüssigkeiten zu Dämpfen werden?) ihre Capacität für die Wärme vermehrt, aber zugleich auch der bisher zusammen gepresste Lichtstoff in heftige Bewegung gesetzt, mithin sichtbar gemacht wird; wenn anders leuchtendes, sichtbares Licht *Bewegung* des Lichtstoffes im Raume ist.

aufmerksam zu machen, in welcher über diese Antithese ganz neue sehr scharfsinnige und interessante Untersuchungen angestellt werden. R.

Ich nehme hier eine *materielle* Ursache des Lichts an, weil ich das Licht *chemische* Verbindungen eingehen sehe.

Vorhin deutete ich auf eine Erklärung der Kälteerzeugung in dem Falle, wo verdichtete Luft in einen engeren Raum tritt. Sollte nicht das hier gemeinte Gesetz der Veränderung in der Capacität für die Wärme, auch in diesem Falle eine Anwendung leiden? Ich weiß es jedoch wohl, daß ein wichtiger Unterschied zwischen Verdichtung der Luft und Verdichtung der Dünste zu tropfbaren Flüssigkeiten, und umgekehrt, Statt findet. Sollte aber nicht die Erfahrung, daß auf der Spitze hoher Berge die Luft zugleich sehr dünn und sehr kalt ist, etwas für meine Vermuthung sprechen?

Ich will keinesweges die eben gewagten Erklärungen für etwas mehr als für *Hypothesen* ausgeben. Doch glaube ich, daß man auf diesem Wege eher der Wahrheit nahe kommt, als wenn man sich damit begnügt, das Windbüchsenlicht, (*sic ventis verbo!*) mit einem berühmten Lehrer der Physik auf einer berühmten Universität für „eine Lichterscheinung“ zu erklären. *)

*) Es macht dem Scharffsinne des Herrn Prof. Romer gewiß alle Ehre, in dieser Erklärung mit Lambert und Dalton zusammen zu treffen, (siehe *Annalen*, XIV, 110,) und es wäre sehr merkwürdig, wenn das Licht in diesem Falle ein umgekehrtes Verhalten mit der Wärme haben sollte. Wie es scheint, müßten dann aber alle

Noch ein Wort über wandelnde und lebendige Kleist'sche Flaschen! Wenn man eine reich behaarte

Windbüchsen, in denen die Luft gehörig stark verdichtet ist, beim Abschießen leuchten. Oder sollten die Dimensionen des Laufs und des Ventils darauf Einfluß haben können? — Vor kurzem ist das Windbüchsenlicht auch in Frankreich und in England zur Sprache gebracht worden, wie folgende Notiz aus Nicholson's *Journal*, April, 1803, p. 280, beweist: „Pictet berichtet in einem Briefe an Tilloch, (*Philos. Magazin*, Vol. 14, p. 363,) es habe ein gewisser Mollet aus Lion dem Nationalinstitute am 29ten Dec. 1802 einen Aufsatz vorgelegt, über eine leuchtende Erscheinung, die sich beim Losschießen einer Windbüchse im Dunkeln zeigt, welches Pictet für eine noch nie bemerkte Sache hält. Doch schon vor 1½ Jahren brachte Herr Fletcher dieses hier, (in London,) in einer Gesellschaft zur Sprache, die sich damahls wöchentlich bei mir versammelte, um sich über physikalische Gegenstände zu unterhalten. Es entstanden mehrere Discussionen, was der Grund sey, ob Electricität oder Capacitätsänderung in der sich ausdehnenden Luft, und es wurde darüber eine Reihe von Versuchen verabredet, die aber wegen anderer Gegenstände nicht zur Ausführung kam. Das Phänomen ist merkwürdig, und verdiente, weiter erforscht zu werden.“ Die Priorität, welche Franzosen und Engländer sich streitig machen, gebührt, wie man sieht, ohne allen Streit uns Deutschen, und es wäre nicht unmöglich, daß die hierher

Katze bei trockener Luft auf den Schoofs nimmt, für die linke Hand vor die Brust legt und sie mit der rechten auf dem Rücken streicht, so erzeugen sich erst einzelne Funken aus dem Pelze der Katze, dann bekommt man einen starken Schlag, welcher oft bis weit über die Handwurzel, (*carpus*,) beider Arme hinauf reicht. In dem nämlichen Augenblicke springt das Thier mit einer Aeußerung des Schreckens auf, und läßt sich selten zu dem zweiten Versuche bewegen. Hier ist der lebendige Katzenbalg der idioelectrische Körper, die beiden Hände sind die Belegungen; an der reibenden Hand erzeugt sich $+E$, an der ruhenden $-E$; und ist eine beträchtliche Spannung da, so entladet sich diese Flasche von selbst. Die Haut des Menschen ist bekanntlich nur ein schlechter Leiter, so lange sie trocken ist, daher kann eine andere Wiederherstellung des Gleichgewichts nicht gut erfolgen.

Helmstädt den 28sten März 1804.

gehörigen Aufsätze der Herren Remer, Weber und Wolff in den Annalen, die Sache, wenigstens auf indirectem Wege, zur Kenntniß unserer Nachbarn gebracht haben könnten. d. H.

III.

NACHRICHT

von den neuesten Versuchen des Grafen
RUMFORD über die strahlende Wärme;

mitgetheilt

vom

Dr. FRIEDLÄNDER

in Paris.

(Aus einem Briefe des Herrn Dr. Friedländer, Paris
den 4ten März 1804.)

„Der Graf Rumford hat in den letzten Sitzungen des Nationalinstituts eine Beschreibung seines neuen Thermoskops und eine Nachricht von den Versuchen, die er mit demselben angestellt hat, dem Institute mitgetheilt. Von beiden dürften Sie die Leser Ihrer Annalen vielleicht nicht ungerne unterhalten sehn. Der besondern Güte des Präsidenten und der Secretäre des Instituts, so wie des Grafen Rumford selbst, verdanke ich die Mittheilung der Originalabhandlung, aus welcher ich Ihnen hierbei den vollständigsten Auszug zu übersenden die Ehre habe. Die Darstellung der sehr einfachen Versuche selbst litt keine Schwierigkeit; wo aber der berühmte Verf. seine Conjecturen und Theorien vortrug, habe ich ihn fast wörtlich übersetzt. Der erste Theil der Abhandlung ist bereits vor mehrern Monaten der königl. Societät der Wissenschaften in London mitgetheilt worden, und wird, wenn ich nicht irre, nächstens in der *Bibliothèque britannique* in einer Uebersetzung erscheinen. Der zweite Theil ist dem Institute übergeben, und die Versuche mit den Instru-

Annal. d. Physik. B, 17. St. 1. J, 1804. St. 5. C

menten, welche der Verf. zu dem Ende aus München kommen liefs, sind in demselben wiederhohlt worden. Sie bestanden sich alle; nur erfordern sie wegen ihrer Feinheit grofse Behutsamkeit, und müssen, weil die dazu gebrauchten Thermometer so äufserst empfindlich sind, in einem grofsen Zimmer und nur in Gegenwart sehr weniger Menschen angestellt werden.“

Das Thermoskop, dessen sich der Graf Rumford bei seinen Versuchen bedient, ist ein äufserst empfindliches Luftthermometer, welches die kleinsten Veränderungen der Temperatur anzeigt. Es besteht aus einer horizontalen Glasröhre mit zwei gerade in die Höhe steigenden Armen, an deren Enden sich zwei dünne Glaskugeln befinden. Die horizontale Röhre ist 15 bis 16 Zoll, und jede der beiden senkrechten Röhren 6 bis 7 Zoll lang. Der Durchmesser der Röhren beträgt $\frac{1}{2}$ Linie, und der Durchmesser der Kugeln $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{3}$ Zoll. Durch eine kleine Röhre, oder einen zolllangen Trichter, welcher an einem der Arme angeblasen ist, giefst man gerade so viel gefärbten Weingeist, als dieser enthalten kann, in das Instrument, und verschließt es alsdann hermetisch, so dafs zwischen der innerhalb und außerhalb befindlichen Luft keine Gemeinschaft mehr Statt findet. Man sucht alsdann den Weingeisttropfen, der in der schmalen Röhre wie ein kleiner Cylinder erscheint, so viel als möglich in die Mitte der horizontalen Röhre zu bringen. Dieses bewirkt man nicht ohne Schwierigkeit und Zeitaufwand. Ist aber alsdann die Luft in beiden Ku-

geln gleichmäfsig erwärmt, so befindet sich das Instrument im Zustande der Ruhe.

Nun bringt man zwischen den beiden Kugeln einen Schirm an, so dafs man eine derselben ohne die andere erwärmen kann. Geschieht dieses, so bewegt sich der Weingeisttropfen von der erwärmten Kugel ab, nach der andern hin; erkältet man sie dagegen, so nähert er sich ihr, und die Geschwindigkeit, mit der dieses Entfernen und Annähern geschieht, steht im Verhältnisse mit der Intensität der strahlenden Wärme oder Kälte des Körpers, den man der Kugel genähert hat.

Will man die Intensität der ausstrahlenden erwärmenden oder erkältenden Wirkung *) zweier verschiedenartigen Körper vergleichen, so stellt man den einen in einer gegebenen Entfernung von der einen Kugel, und dann den andern in einem solchen Abstände von der zweiten Kugel, dafs der

*) Der Herr Graf spricht in dieser ganzen Abhandlung stets von ausstrahlender Kälte. Wenn der Leser auch nicht die Nothwendigkeit einer solchen Annahme einsehen, und die Phänomene von dem Entziehen der Wärme zu erklären geneigt seyn sollte, so hat dieses doch auf die Versuche weiter keinen Bezug, und es kann zur Bequemlichkeit derselben hier, (wie bei der Electricität,) sein Gutes haben, zwei Materien, einen kalt machenden Stoff und einen Wärmestoff, für einen Augenblick anzunehmen, wie der Verfasser, wie sich aus Folgendem ergibt, wirklich thut. *Erldr.*

Weingeisttropfen unverrückt an seiner Stelle stehen bleibt. Berechnet man nun die Oberfläche dieser Körper und die Entfernung jedes derselben von der ihm zugekehrten Kugel des Instruments, so läßt sich, wie man einseht, die Intensität der ausstrahlenden Wärme eines jeden derselben finden.

Will man die Intensität der ausstrahlenden Wärme eines Körpers mit der Intensität der Wirkung eines gleichartigen kalten vergleichen, so bringt man eine der Kugeln des Instruments hinter den Schirm, nähert dann beide Körper der andern Kugel, und rückt sie in solchen Entfernungen von derselben, daß die gleichzeitigen Wirkungen derselben auf die Kugel sich aufheben, und sie von einem Körper so viel erwärmt, als von dem andern erkältet wird, da dann der Weingeisttropfen in Ruhe bleibt. Die Intensität des Ausstrahlens beider Körper läßt sich aus der GröÙe ihrer Oberfläche und aus ihrer Entfernung von der Kugel des Instruments berechnen.

Das Thermoskop ist so empfindlich, daß bei einer Temperatur von 15 bis 16° R. das Ausstrahlen der Wärme der Hand, die man der Kugel desselben entgegen hält, schon in der Entfernung von 3 Fuß den Weingeisttropfen in Bewegung setzt. Eine Metallscheibe von 4 Zoll im Durchmesser, die über einem Wachslichte geschwärzt worden, und bis zum Frospunkte erkältet war, wirkte eben so schnell auf den Tropfen in einer Entfernung von 18 Zoll, und machte, daß er sich ihr näherte.

Durch seine Versuche mit diesem empfindlichen Instrumente glaubt Graf Rumford sich überzeugt zu haben, daß sich von allen Körpern beständig wellenförmige Strahlungen, (*ondulations*,) nach allen Richtungen von ihrer Oberfläche ab, in Bewegung setzen, welche sich mit den Schwingungen des Schalles vergleichen lassen, und durch die nach und nach die Temperatur der Körper, auf welche sie stoßen, geändert wird, ohne daß sie von den getroffenen Körpern, wenn diese wärmer oder minder warm als der Körper, von welchem die Schwingungen ausgehen, reflectirt werden.

Die Intensität dieses Ausstrahlens ist bei verschiedenen Körpern, die sich in gleicher Temperatur befinden, sehr verschieden. Sie ist geringer in *polirten* als in *unpolirten* Körpern; die Oberfläche des oxydirten Kupfers strahlt z. B. die Wärme und Kälte 10 Mal, und das an einer Wachskerze geschwärzte Kupfer 18 Mal stärker aus, als das blanke und gut polirte Kupfer.

Dieselben wellenförmig ausströmenden Strahlen sind übrigens, wenn sie auf wärmere Körper stoßen, *erkältend*, und wenn sie auf Körper von minderer Temperatur stoßen, *erwärmend*, woraus der Verfasser den Schluß zieht: „daß dieselben „Körper, welche, wenn sie von kältern Körpern, „als sie sind, umgeben werden, Wärme ausstrahlen, im entgegen gesetzten Falle Kälte (*emanations frigorisques*) ausströmen müssen.“ Und

dieses sucht er noch durch folgende Versuche zu bekräftigen.

Zwei Metallscheiben von gleichem Durchmesser, deren eine in eine Temperatur von 0, die andere von 40° R. versetzt war, wurden bei einer Lufttemperatur von 20° in gleichen Entfernungen von der einen Kugel seines Thermoskops gestellt. Der Weingeisttropfen blieb unbewegt an seiner Stelle, und zeigte demnach, daß die Kugel durch den Einfluß der Kälte eben so stark erkältet, als durch den Einfluß der Wärme zu gleicher Zeit erwärmt wurde. Schwärzte man die Oberfläche einer dieser Scheiben, so war das Ausstrahlen derselben so stark, daß die andere ihr nicht mehr das Gleichgewicht hielt. Schwärzte man indess auch diese andere, so stellte sich das Gleichgewicht wiederum her.

Die Aehnlichkeit der Wärmeschwingungen mit der Schallverbreitung führte den Verf. auf den Gedanken, ein von innen wohl polirtes Hörrohr zwischen die eine Kugel seines Thermoskops und zwischen eine hohle kupferne Kugel von 3 Zoll Durchmesser, die er mit zerstoßenem Eise und Wasser angefüllt hatte, so zu stellen, daß das weitere Ende, dieser letztern Kugel, das engere, der Thermometerkugel zugekehrt war. In der That wurde hierdurch die kalt machende Wirkung eines kalten Körpers gerade so wie der Schall verstärkt, oder, (wie sich der Verf. in dieser ersten Hälfte seines Aufsatzes scherzweise ausdrückt,) „der kalte Körper „sprach vor der großen Oeffnung des Hörrohrs,

„während das Thermoskop vor der kleinen Oeffnung zuhörte.“

Wenn die Theilchen der empfänglichen Körper stets durch schnelle schwingende Bewegungen erschüttert werden, und in jeder Temperatur aus allen Punkten ihrer Oberfläche schwingende Strahlen wie die klingenden Körper ausströmen; wenn ferner die Körper stets wechselseitig auf einander in der Entfernung wirken, und in einander Veränderungen der Temperatur hervor bringen, bis sie zu einem wechselseitigen Gleichgewichte der Temperatur gebracht sind; — so muß dieses Erwärmen oder Erkalten eines Körpers nicht bloß von den ihn umgebenden wärmern und kältern Körpern, sondern auch von dem Umstände abhängen, ob seine Oberfläche, welche die Strahlen dieser wärmern oder kältern Körper reflectirt, glatt oder rauh ist. Der Verfasser glaubte aus diesem Grunde schon a priori schließen zu können, daß die polirten Körper sich langsamer erhitzen und erkalten würden, als die nicht-polirten.

Um diesen wichtigen Punkt aufzuklären, stellte er folgende Versuche an: Zwei cylinderförmige Metallgefäße von 4 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Höhe, von welchen das eine blank polirt, das andere über der Flamme einer Wachskerze geschwärzt worden war, wurden beide im Winter mit kochendem Wasser angefüllt, und zugleich in einem grossen Zimmer in ruhiger Luft hingestellt, um allmählig zu erkalten. Das geschwärzte Gefäß erkal-

tete ungefähr zwei Mal schneller als das polirte. — Hierauf putzte man das schwarze Gefäß, bekleidete es dicht mit feiner Leinwand, und wiederholte den Versuch. Das polirte Gefäß brauchte 55 Minuten, um von 50° F. über die Temperatur der Zimmerluft bis auf 40° über dieselbe, also überhaupt um 10° F. zu erkalten, während das mit Leinwand bekleidete Gefäß zu gleicher Erkältung nur 36 Minuten bedurfte. — Dasselbe Gefäß wurde nun statt mit feiner Leinwand, nach einander mit einer, zwei, und endlich mit vier Lagen einer Auflösung von Copal in Weingeist bekleidet, und der Versuch jedes Mal wiederholt. Das polirte Gefäß erkaltete stets in 55 Minuten um 10° F.; dagegen das mit *einer* Lage Firnis bedeckte schon in 42 Minuten; das mit *zwei* Lagen bedeckte in $35\frac{1}{4}$, und das mit *vier* Lagen bedeckte in $30\frac{1}{4}$ Minute. Ein mit 8 Lagen dieses Firnisses bekleidetes Gefäß bedurfte $34\frac{1}{4}$ Minute, bis es um volle 10° erkaltet war. — Nach diesen Versuchen nahm man den Firnis ab, und bemahlte das Gefäß mit Wasserfarben, nach einander weiß und schwarz; dann belegte man es mit Goldschlägerblättern und ließ es weiß; endlich bemahlte man auch mit Tusch. Stets beförderten die Umschläge die schnellere Erkältung in Vergleich mit dem polirten Gefäße. — Eins der Gefäße wurde zuletzt mit dünnen Goldblättchen und Silberblättchen vermittelt des Firnisses, den man gewöhnlich zu Vergoldungen anwendet, belegt. Die Erkältung ging alsdann

trotz des Firnisses eben so langsam, als in dem polirten Gefäße vor sich.

Ein Pelz erhält länger die Wärme, wenn das Haar nach außen, als wenn es nach innen zugekehrt ist. Der Verfasser glaubt, daß dieses in der glatten Politur des Haares seinen Grund hat.

Umgekehrt zeigte eine Menge anderer Versuche, daß Körper, deren Oberfläche glatt ist, sich minder schnell erwärmen, als die, deren Oberfläche raub ist. Man bestätigte dieses besonders durch glatte und raube Gefäße mit Wasser, die man aus kalten Zimmern in warme Zimmer brachte.

„Wenn diese Versuche auch nicht überzeugend beweisen,“ setzt der Verf. hinzu, „daß die Mittheilung der Wärme und Kälte der Mittheilung des Schalles analog ist, so erhält diese Vermuthung durch sie doch viel Wahrscheinlichkeit.“

Die bekannten Versuche mit Wassertropfen, die man auf roth glühendes Eisen fallen läßt, und die lange ihre sphärische Gestalt erhalten, und erst spät verdunsten, scheinen sich, nach dem Verfasser, auf dieselbe Weise erklären zu lassen. „Auf der heißen Oberfläche des Metalles,“ sagt er, „haftet die Luft mit solcher Gewalt, daß das Wasser sie nicht aus der Stelle treiben kann. Wenn aber das Metall etwas weniger warm geworden ist, so reicht die Schwere des Tropfens hin, die Luftlage zu vertreiben, und die Oberfläche wird naß, das heißt, die Gestalt und Politur des Tropfens werden zerstört, weshalb er mit Zischen in einem

„Augenblicke verdunstet.“ In einem silbernen Löffel, dessen innere Fläche an einem Wachslichte geschwärzt wurde, suchte man einen grossen Wassertropfen zum Kochen zu bringen. Da der Tropfen die schwarze Masse nicht befeuchtete, so war dieses unmöglich, und geschah auch dann noch nicht, als schon die Handhabe des Löffels, welche man mit einem Tuche hielt, bereits so heiss geworden war, dass das äusserste Ende, wenn man es mit nassen Finger berührte, ein Zischen verursachte. Der Tropfen im Löffel über der Flamme war dann vielmehr noch so wenig heiss, dass man ihn, ohne Gefahr, sich zu verbrennen, in die hohle Hand giessen konnte. — Ein Tropfen, der an der Spitze eines Schwefelbölzchens hängt und mit Vorsicht in die Mitte einer Wachskerze gehalten wird, ohne den Docht zu berühren, bleibt ebenfalls ziemlich lange in dieser Gestalt, ohne auch nur warm zu werden, bis das Holz endlich Feuer fängt, und dann dem Tropfen nach und nach die Wärme mittheilt.

Diese Phänomene erklärt der Verfasser mit folgenden Worten: „Da die reflectirende Oberfläche „(*surface réfléchissante*) eines polirten Körpers nicht seine *wahre* Oberfläche ist, sondern Schranken, die sich unbezweifelt in sehr geringer Entfernung von diesem Körper befinden, so muss sie, wie es scheint, nicht nur die Strahlen, welche von aussen kommen, sondern auch die vom Körper selbst ausgehenden Strahlen zurück werfen.“

„Nur eine verhältnißsmäßig kleine Menge von Strahlen bahnt sich einen Weg durch diese Schranken, und strahlt nach aussen. Daher ist der Einfluß polarisirter Körper, sie mögen warm oder kalt seyn, auf die Temperatur der benachbarten geringer, als der Einfluß der unpolirten.“

„Der Unterschied eines warmen und minder warmen Körpers scheint dem Verfasser übrigens völlig dem Unterschiede analog zu seyn, der zwischen einem in tiefem Tone, und einem in hohem Tone klingenden Körper Statt findet. Wären die klingenden Körper so organisirt, daß sie alle verschiedene Noten der Tonleiter anzugeben vermöchten, und könnten sie durch ihre Schwingungen wechselseitig so auf einander wirken, daß sie endlich auf eine gemeinschaftliche Zwischennote zurück kämen, so wäre die Analogie der Mittheilungsart der Wärme und des Schalles vollkommen.“

„Will man,“ setzt Graf Rumford schließlick hinzu, „nach Annahme dieser Hypothese, noch den durch das Alterthum-geheiligten Namen: *Feuer*, (*feu*) beibehalten; so muß man darunter eine Flüssigkeit verstehen, die sehr dünn und überaus elastisch ist und in welcher Wärme und Licht verbreitet sind. Im übrigen bleibt dieses Element im Besitze aller seiner Vorzüge, und behält sein ausgebreitetes Reich nach wie vor.“

IV.

Ueber

das allgemeine Gesetz für die Expansivkraft des Wasserdampfes durch Wärme, nach DALTON'S Versuchen;

nebst einer

Anwendung dieses Gesetzes auf das Verdunsten der Flüssigkeiten,

von

SOLDNER in Berlin.

Der Leser wird sich aus den letzten Heften der *Annalen* vom verflossenen Jahre, (Band XV, Heft 1 und 2,) der Versuche Dalton's über die Expansivkraft der Dämpfe von Wasser und andern Flüssigkeiten, und über das Verdunsten, vielleicht auch meiner Bemerkungen über sie, erinnern. Schon Dalton hatte in seinen Resultaten ein gesetzmäßiges Fortschreiten bemerkt, und vermittelt desselben eine Tabelle über die Expansivkraft der Wasserdämpfe in allen Temperaturen von -40° bis $+325^{\circ}$ F. construirt, welche man in den *Annalen*, XV, 8 — 10, findet, und die durch seine Versuche mit Aetherdämpfen mittelbar bis zu dieser letzten Gränze hinauf bestätigt wurde. Ich äußerte damals, *Annalen*, XV, 37: „es sey gewiss der Mühe werth, zu Dalton's Versuchen das entsprechende Gesetz aufzufuchen; dieses sey indess nicht ganz leicht.“ Herr Soldner in Berlin, ein Gelehrter, von dem als Mathematiker wir viel zu erwarten berechtigt sind, hat sich dieser Nachforschung unterzogen, und folgender Aufsatz enthält, als Resultate seiner Untersuchun-

gen, die von ihm aufgefundenen Formeln, welche die Dalton'schen Beobachtungen innerhalb der Gränzen von 32° bis 212° F. in der That sehr glücklich darstellen, und durch die wir, wie es mir scheint, in den Besitz der wahren Gesetze für die Expansivkraft der Dämpfe durch Wärme gesetzt seyn würden, wenn sie auch über jene Gränzen hinaus der Erfahrung eben so gut entsprechen sollten. Dafs man, um das Folgende zu verstehen, Dalton's beide Aufsätze zur Hand nehmen muß, braucht kaum erinnert zu werden. d. H.

Aus der Ansicht, welche Dalton in den *Annalen*, XV, 11, von seinen Versuchen giebt, um das allgemeine Gesetz derselben zu zeigen, ergibt sich: dafs, wenn die Temperaturen in arithmetischem Verhältnisse fortschreiten, die dazu gehörigen Expansivkräfte des Wasserdampfs eine Art von geometrischer Reihe bilden, deren Exponenten, (jedes Glied durch sein vorher gehendes dividirt,) ungefähr gleichförmig abnehmen. Vermittelt dieser Eigenschaft der Exponenten lassen sich zwar alle Glieder berechnen; diese Methode ist aber sehr unbequem, weil man, um irgend ein Glied zu finden, erst alle vorher gehende berechnen muß. Ich habe mich bemüht, die Werthe der Tabelle, welche Dalton, (*Annalen*, XV, 11,) aus seinen Versuchen ausgezogen hat, in einer einzigen Formel darzustellen, die jedes Glied unmittelbar giebt: Ich habe zu dem Ende eine beträchtliche Anzahl Formen, welche die Theorie, oder vorerwähnte Eigenschaft der Exponenten zuläfst, untersucht:

und dabei habe ich keine gefunden, welche den Beobachtungen so nahe käme, als folgende. Wenn wir die Expansivkraft beim Siedepunkte $= E^*$ und bei der Temperatur r , (nach Réaumur,) $= e$ setzen, so ist

$$\log. e = \log. E - \frac{(280 - r)(90 - r)}{10280} \quad \text{I}$$

Nach dieser Formel habe ich die folgenden Werthe für e berechnet, und, zur bequemern Uebersicht, die beobachteten Werthe und die Unterschiede beider hinzu gefügt. Dalton's Tabelle (*Annalen*, XV, 11,) ist zwar für das Fahrenheit'sche Thermometer eingerichtet; da aber daselbst die Angaben von $11\frac{3}{4}$ zu $11\frac{1}{4}^\circ$ Fahr., ($= 5$ zu 5° Réaum.,) fortichreiten, so konnte ich unmittelbar Réaumur'sche Grade setzen. Diese kleine Tabelle habe ich von neuem aus der grossen, (*das.*, S. 8,) berechnet, und einige Fehler darin gefunden, die hier verbessert sind und die ein jeder leicht selbst bemerken wird.

Für diejenigen, welche Luft haben sollten, meine Formel noch mit mehrern Angaben in Dalton's grosser Tabelle zu vergleichen, welche nach Fahrenheit'schen Graden berechnet ist, will ich noch meine Formel für dieses Thermometer eingerichtet, hersetzen. Wenn f die Temperatur nach *Fahrenheit* bezeichnet, ist:

$$\log. e = \log. E - \frac{(663 - f)(213 - f)}{52042} \quad \text{II}$$

*) Sie wird hier, aus Gründen, die unten folgen werden, zu 30,13 engl. Zollen angenommen. S.

wo auch $E = 30,13$ zu nehmen ist. Man muß nicht vergessen, daß Dalton nur die Expansivkräfte von 32° bis 212° beobachtet und die übrigen nach seiner Methode berechnet hat; eine Abweichung bei diesen entscheidet also nichts. *)

*) Der Herr Verfasser erlaube mir, hiergegen einen Zweifel zu äußern. Der Theil der Dalton'schen Tabelle, welcher über die Siedehitze des Wassers hinaus fällt, ist nicht von aller Bestätigung durch Versuche entblößt. Zwar ließen sich, nach Dalton's Methode, keine directen Versuche über die Expansivkraft der Wasserdämpfe in diesen höhern Temperaturen anstellen; durch seine Versuche mit Aetherdampf hat aber Dalton diesen Theil seiner Tabelle wenigstens *mittelbarer Weise* bewährt, wie aus dem erhellt, was er *Annalen*, XV, 15 und 17, anführt. Sein Aether kochte bei 102° F. und aufserte in den Temperaturen von 102° bis 147° F., mit Quecksilber gesperrt, Grad für Grad, genau dieselbe Expansivkraft, welche dem Wasserdampf nach Dalton's Tabelle von 212° bis 257° zukömmt, und zwar in dieser letztern Temperatur eine Expansivkraft von $64'',75$, indess Wasserdampf von 257° Wärme nach Dalton's Tabelle eine Expansivkraft von $64'',82$ Quecksilberhöhe haben soll. Bei 212° Wärme müßte die Expansivkraft des Aetherdampfs mit der des Wasserdampfs von 322° F. überein stimmen; in der That fand sie Dalton durch einen Versuch $137,67$ Quecksilberhöhe, indess nach seiner Tabelle zu 322° Temperatur Wasserdampf gehört, dessen Expansivkraft $137'',28$ beträgt. — Es scheint mir daher, daß wir allerdings berechtigt sind, an eine Formel,

r	in engl. Zollen. Beobachtung.	Rechnung.	Differenz.
0	0,200	0,200	0,000
5	0,297	0,297	0,000
10	0,436	0,437	+ 0,001
15	0,630	0,636	+ 0,006
20	0,910	0,915	+ 0,005
25	1,29	1,302	+ 0,01
30	1,83	1,833	0,00
35	2,58	2,550	— 0,03
40	3,50	3,509	+ 0,01
45	4,76	4,774	+ 0,01
50	6,45	6,424	— 0,03
55	8,55	8,547	0,00
60	11,25	11,246	0,00
65	14,6	14,63	+ 0,03
70	18,8	18,82	+ 0,02
75	24,0	23,95	— 0,05
80	30,0	30,13	+ 0,13

Die Differenzen sind hier nur in so viel Decimalstellen angegeben, als Dalton's Tabelle enthält.

Die-

welche uns das wahre Gesetz der Expansivkraft der Wasserdämpfe durch die Wärme geben soll, die Anforderung zu machen, daß sie mit der Dalton'schen Tabelle wenigstens bis zur Temperatur von 322° F. hinauf möglichst nahe zusammenstimme. Dieses thut indess die Formel des Herrn Verfassers nicht. Sie giebt für Temperaturen von 257° und 312° F. Expansivkräfte von 167'',48 und 157,74 Zoll Quecksilberhöhe, welche um sehr vieles

Diese Abweichungen oder Fehler sind, meines Erachtens, alle innerhalb der Gränze derjenigen, die beim Beobachten unvermeidlich sind. Dies zeigen auch die Sprünge, welche sie machen. Nur der Fehler bei 80° ist etwas beträchtlich. Aber es ist mir wahrscheinlich, daß Dalton die Expansivkraft bei dieser Temperatur nicht unmittelbar beobachtet hat. Er hätte zu dem Zwecke nothwendig um die Röhre an seinem Apparate selbst Feuer machen müssen; und dies ging doch nicht wohl an. Er hat höchst wahrscheinlich so geschlossen: „Bei der Siedehitze muß die Expansivkraft des Wasserdampfes gleich seyn der Barometerhöhe, bei welcher der Siedepunkt des Thermometers bestimmt worden ist. Der Siedepunkt meines Thermometers ist bei 30 Zoll bestimmt worden; also muß bei 212° meines Thermometers die Expansivkraft des Wasserdampfes gleich 30 Zoll seyn.“ Dies ist freilich im Allgemeinen sehr richtig, wir werden aber unten, bei Gelegenheit der Untersuchung über die Temperatur des kochenden Wassers unter

les zu groß sind. Dies mindert nun zwar nicht den Werth und den vielfachen Gebrauch der von dem Herrn Verfasser hier und weiterhin entwickelten Formeln, innerhalb der Gränzen von 32° bis 212° F., läßt aber doch wünschen, daß es ihm gelingen möge, sie dahin abzuändern, daß sie auch jener Anforderung entspreche, liegt anders nicht in der ganzen Form und Ableitung derselben etwas, was diesem entgegen ist.

d. H.

verschiedenen Barometerhöhen, sehen, daß man auf diese Art die Expansivkraft um 0,22 und noch mehr engl. Zoll unrichtig finden kann. Wenn nun diese Vermuthung gegründet ist, so kann der Fehler 0,13 nicht als solcher betrachtet werden. Man muß übrigens noch in Betrachtung ziehen, daß in dieser Gegend die Expansivkraft so schnell wächst, daß ein Fehler in der Thermometerbeobachtung von $\frac{1}{10}$ Grad R. schon einen Fehler in der Expansivkraft von 0,1 Zoll verursacht. Ueberhaupt wenn man bedenkt, daß Dalton auf zwei so delicate Dinge, den Stand des Thermometers und die Höhe der Quecksilbersäule, zugleich zu sehen hatte; so wird man gewiß die Uebereinstimmung bewundern. — Nur wünschte ich, daß Dalton bei seinen Versuchen noch auf einen Umstand gehörig Rücksicht genommen hätte, nämlich auf die Temperatur der Quecksilbersäule. Sie muß, zufolge seines Apparats, verschieden erwärmt gewesen seyn; wie aber, das läßt sich nicht angeben. Verschiedene der hier bemerkten Sprünge mögen wohl daher rühren.

Ich habe oben gesagt, daß die von mir angenommene Form mit der von Dalton angegebenen Eigenschaft der Exponenten, daß sie nämlich gleichförmig abnehmen, zusammen hänge; ich muß dies beweisen. Nach Dalton sind die Exponenten von der Form $A - s \cdot r$, und zwar für 5° R. Zwischenraum ist $A = 1,485$ und $s = 0,005$, (*Annalen*, XV, 11;) s ist also gegen A sehr

klein. Man kann der Formel No. I die Form geben:

$$\log. e \equiv \log. E = \frac{(360 - 80) 80}{10280} + \frac{(360 - r) r}{10280}$$

Man erhält den Exponenten, wenn man ein gewisses e durch sein vorher gehendes dividirt. Es heiße dieses vorher gehende e' , und die dazu gehörige Temperatur $r = 1$, so ist also der Exponent, für einen Grad Zwischenraum, $= \frac{e}{e'}$, und wenn man, der Bequemlichkeit wegen, $360 \equiv n$ und $10280 \equiv m$ setzt,

$$\log. \frac{e}{e'} \equiv \frac{(n - r) r}{m} \equiv \frac{(n - r + 1) (r - 1)}{m}$$

$$\equiv \frac{n + 1 - 2r}{m}. \text{ Hieraus ergibt sich der Exponent:}$$

$$\frac{e}{e'} \equiv 10^{\frac{n + 1 - 2r}{m}} \equiv 10^{\frac{n + 1}{m}} \cdot 10^{-\frac{2r}{m}},$$

wo 10 die Basis der gewöhnlichen Logarithmen ist.

Löst man nun $10^{-\frac{2r}{m}}$ auf die gewöhnliche Art in eine Reihe auf, so erhält man:

$$\frac{e}{e'} \equiv 10^{\frac{n + 1}{m}} \cdot \left\{ 1 - \frac{\frac{2r}{m \log. h}}{1} + \frac{1}{1 \cdot 2} \left(\frac{\frac{2r}{m \log. h}}{1} \right)^2 \right.$$

$$\left. - \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3} \left(\frac{\frac{2r}{m \log. h}}{1} \right)^3 + \text{u. s. w.} \right.$$

wo h die Basis der hyperbolischen Logarithmen oder 2,71828 bedeutet. *) Da nun m eine sehr große Zahl ist, so kann man $\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\frac{2r}{m \log. h}}{1} \right)^2$ und die

*) Und also $\frac{1}{\log. \text{Brigg. } h}$ der Modulus des Systems der Briggischen Logarithmen ist. d. H.

höhern Potenzen vernachlässigen, und dann hat man die verlangte Form für den Exponenten. *)

Stellt man allgemeine Betrachtungen über die Formel No. I an, so ergibt sich daraus, daß die Expansivkraft, oder e , für Grade unter Null immer kleiner wird, daß sie aber nie Null werden kann. Ueber 80° hinaus nimmt e zu bis 180° , von da nimmt es wieder ab, und bei 360 wird es wieder gleich dem beim Eispunkte. Dies ist in der That auffallend; aber es ist nicht bloß eine Eigenschaft meiner Formel, sondern Dalton's Erfahrungen erfordern es schlechterdings. Nach diesen nehmen die Exponenten, so viel man sehen kann, gleichförmig ab, sie müssen also irgendwo 1 und dann kleiner als 1 werden; das heißt, die Expansivkräfte müssen wieder abnehmen. Dalton's Erfahrungen darzustellen, ist hier mein einziger Zweck, dieses Paradoxon, (nach der bisherigen Meinung,) bekümmert mich also nichts. **) In

*) Nämlich $A = 1r$, indem $10^{\frac{n+1}{m}}$ und $\frac{2}{m \cdot \log. d. H.}$ constante Größen sind.

**) Wenn das von Dalton aus seinen Versuchen abstrahirte und bis zu einer Temperatur von 322° F. hinauf bewährte Gesetz für die Elasticität der Wasserdämpfe auch für alle noch höhere Temperaturen gälte; so würde das *Maximum* der Elasticität der Wasserdämpfe auf die Temperatur fallen, bei welcher in meiner Formel, in den *Annalen*, XV 35, $a - mb = 1$ ist, und in der Temperatur, in welcher $a - mb = 0$ wird, würde die Elasticität

dessen muß ich doch bemerken, daß, wenn man solche allgemeine Betrachtungen machen will, man nicht das Quecksilberthermometer zum Grunde legen muß, sondern wahre Wärme. Da wir aber hierin noch gar nicht im Reinen sind, so ist diese Sache natürlich solchen Schwierigkeiten und Ungewissheiten unterworfen, daß sich über das allgemeine Gesetz der Expansivkraft der Wasserdämpfe, in diesem Sinne genommen, nichts bestimmen läßt. Bloß um die Neugierde zu befriedigen, habe ich doch einen Versuch gemacht. de Lüc hat in sei-

der Wasserdämpfe $30^{\circ} = 1$ engl. Zoll Quecksilberhöhe seyn. Der erste Fall würde folglich Statt finden für $m = \frac{a-1}{b} = \frac{0,25}{0,015} = 16\frac{2}{3}$; der zweite für $m = \frac{a}{b} = \frac{1,25}{0,015} = 83\frac{1}{3}$; mithin der erste Fall $16\frac{2}{3} \cdot 11\frac{1}{4} = 187\frac{1}{2}$ Fahrenheitische, oder $16\frac{2}{3} \cdot 5 = 82\frac{1}{3}$ Reaumurische Grade über den Siedepunkt des Wassers hinaus; der zweite bei $83\frac{1}{3} \cdot 5 = 416\frac{2}{3}$ Reaumurischen Graden über den Siedepunkt des Wassers. Bei $162\frac{1}{3}^{\circ}$ R. würden folglich Wasserdämpfe das Maximum an Elasticität erhalten, und bei $496\frac{2}{3}^{\circ}$ R. würde ihre Elasticität wieder bis zu 1" Quecksilberhöhe herab gekommen seyn. Und diese Expansivkraft bliebe ihnen unveränderlich in allen Temperaturen, welche über diese hinaus geht, weil in den *Facultäten*, welche in meiner Formel die Exponenten für diese Expansivkräfte sind, immer wieder der Factor $a - mb = 0$ vorkömmt. Man sieht auch hieraus, wie wenig die Formel des Herrn Verfassers über den Siedepunkt hinaus mit Dalton's Tabelle überein stimmt. d. H.

nen *Récherches sur les modifications de l'Atmosphère*, §. 1107, eine Tabelle zur Vergleichung der Grade des Quecksilberthermometers mit Graden der wahren Wärme geliefert. Dieses Werk ist den Händen aller Physiker; ich habe daher nicht nöthig, hier zu erklären, worauf sie beruht, sondern bemerke bloß, daß, wenn r Grade des Quecksilberthermometers und w der dazu gehörige Grad der wahren Wärme ist, de Lüs's Tabelle mit hinreichender Genauigkeit durch folgende sehr einfache Formel dargestellt wird:

$$r = w - w \cdot \frac{80 - w}{1080 + w} \text{ und } w = r + r \cdot \frac{80 - r}{1080 + r}.$$

Nach dieser letzten Formel und Dalton's großer Tabelle habe ich einige Grade der wahren Wärme und die dazu gehörigen Expansivkräfte berechnet. Ich habe gefunden, daß hier keine einzige Formel so gut paßt, als die $\frac{m w}{n + w}$; und durch eine mühsame Rechnung hat sich ergeben, $m = 9,93$ und $n = 280$, so daß man also hat:

$$\log. e = \log. E - \frac{9,93 \cdot 80}{280 + 80} + \frac{9,93 \cdot w}{280 + w}.$$

Nach dieser Formel würde die Expansivkraft nicht wieder abnehmen, sondern ihr Wachsthum sich nur immer verringern, und bei unendlich hoher Temperatur würde sie constant seyn. Folgende Tafel enthält die Vergleichung dieser Formel mit den Beobachtungen.

w	Beobachtung.	Rechnung.
0	0,200	0,186
10	0,415	0,410
20	0,836	0,856
30	1,65	1,70
40	3,19	3,25
50	5,91	5,95
60	10,54	10,54
70	18,2	18,1
80	30,0	30,0

Dies stimmt freilich nicht so gut als obige Formel für das Quecksilberthermometer, wie sich auch, wegen der Ungewissheit, die hier herrscht, erwarten liefs. Indessen scheinen mir dessen ungeachtet die Fehler noch so zu seyn, dafs gegenwärtige Formel doch das allgemeine Gesetz für die Expansivkraft des Wasserdampfes seyn könnte. Etwas genauer würde alles stimmen, wenn man hier wieder die Expansivkraft bei 80° etwas gröfser machen wollte. Aber ich will mich hierbei nicht länger aufhalten, da die Sache von keinem practischen Nutzen ist; wir beobachten mit dem Quecksilberthermometer,

Einige Anwendungen, und Erweiterung des Gesetzes.

Bei näherer Erwägung der Sache wird man leicht bemerken, dafs die Expansivkraft der Wasserdämpfe bei der Siedehitze, durch den Druck einer Quecksilbersäule ausgedruckt, nichts anderes ist, als

die Barometerhöhe, bei welcher der Siedepunkt des gebrauchten Thermometers bestimmt worden ist. So z. B. ist der Siedepunkt von Dalton's Thermometer bei der Barometerhöhe von 30 engl. Zoll, (oder eigentlich 30,13 Zoll,) bestimmt worden. Durch diese Bemerkung wird es sehr leicht, die Expansivkraft in jedem beliebigen Maasse auszudrücken. Will man sie z. B. in *Mètres* haben und braucht dabei ein Thermometer, dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe $\frac{3}{4} = 0,75$ *Mètres* bestimmt worden ist; so setzt man bloß in der Formel No. I $E = \frac{3}{4}$.

Ferner ist bekannt, daß eine Flüssigkeit alsdann zum Kochen kömmt, wenn die Expansivkraft ihrer Dämpfe dem Drucke der Atmosphäre gleich ist, und daß z. B. das Wasser bei 60° Réaumur kochen würde, wenn der Druck der Atmosphäre nur $11\frac{1}{4}$ engl. Zoll wäre. Unsere Formel dient also auch dazu, den Grad des Thermometers zu bestimmen, bei welchem das Wasser unter einer gegebenen Barometerhöhe kocht. Man entwickelt zu dem Ende bloß r aus der Formel No. I, nachdem man in ihr b statt e und B statt E gesetzt hat, wo B die Barometerhöhe bedeutet, bei welcher der Siedepunkt des Thermometers bestimmt worden ist, und b diejenige, bei der in dem gegebenen Falle das Wasser kocht. (Ich bemerke hier ein für alle Mal, daß man in der Folge unter B beständig diese constante Barometerhöhe zu verstehen hat.) Aus I ergiebt sich nun:

$$r = 180 - \sqrt{(10000 - 10280 \log. \frac{4}{B})}. \quad \text{III.}$$

Ich habe hiernach, um Dalton's Angaben zu controliren, einige Beobachtungen der Temperatur des kochenden Wassers von Sauffüre und de Lüc berechnet, deren Vergleichung hier folgt. Diese beiden Physiker brauchten Thermometer, deren Siedepunkte bei der Barometerhöhe 27 par. Zoll = 5,84 Sechzehntel-Linien, bestimmt worden sind; es ist also $B = 5,84$.

Namen der Orte.	b in $\frac{1}{16}$ Linien.	r Beob. achtung.	r Rech- nung.	Diffe- renz.
Mont blanc	3986,4	68,993	69,027	+ 0,03
Buet	3775	73,21	73,16	— 0,05
Grénairon	3919	73,93	73,94	+ 0,01
* Plan de Léchaud	4196,5	75,47	75,39	— 0,08
Grasse Chèvre	4414	76,54	76,47	— 0,07
Granges des Fonds	4625	77,45	77,48	+ 0,03
Granges Tournier	4703	77,80	77,85	+ 0,05
* Genève u. Sixt	4979	79,14	79,10	— 0,04
* Genève	5196	80,07	80,05	— 0,02
* Lyon u. Monluel	5290,5	80,47	80,45	— 0,02
* Lyon	5335	80,63	80,64	+ 0,01
* Beaucaire	5413,5	80,93	80,97	+ 0,04
Ibid.	5458	81,03	81,16	+ 0,07
Am Meere	5496	81,299	81,313	+ 0,01

Die mit einem * bezeichneten Angaben sind ein Mittel aus zwei Beobachtungen. Die erste und letzte Beobachtung sind von Sauffüre, aus dessen *Voyages dans les Alpes*, Tom. 4, die übrigen von de Lüc und aus dessen *Récherches*, §. 962, genommen.

Man sieht aus dieser Vergleichung, daß die Abweichungen der Rechnung von der Beobachtung hin und her schwanken, und das innerhalb der Gränzen der Genauigkeit beim Beobachten. Dalton's Angaben werden also hierdurch auf eine merkwürdige Art bestätigt. Ich muß hier bemerken, daß, wenn man oben in I $E = 30$ annimmt, und den Fehler, der bei 80° steht, auf die andern Temperaturen legt, gegenwärtiges bei weitem nicht so genau stimmt; also noch ein Beweis für die dortige Vermuthung.

De Lüc versichert, a. a. O., §. 881, (S. 439, B. 2, der deutschen Uebersetzung,) daß man die *Temperatur des kochenden Wassers* nicht genauer, als auf höchstens $0^{\circ},06$ Réaum. beobachten könne. Im Jahre 1777 hat die Londner Akademie eine Commission niedergesetzt, bei der wieder de Lüc war, die den Auftrag hatte, genauere Untersuchungen über die festen Punkte der Thermometer anzustellen, (siehe *Philos. Transact.*, Vol. 67, p. 816.) Diese Commission hat gefunden, daß öfters an verschiedenen Tagen, an welchen die Barometerhöhe und die übrigen (bemerkten) Umstände genau dieselben waren, das kochende Wasser verschiedene Grade der Hitze erreichte, und daß dieser Unterschied auf $0^{\circ},35$ F. $= 0^{\circ},16$ R., ja sogar einmahl bis auf $0,8$ F. $= 0,36$ R. ging. Wenn also die Temperatur des kochenden Wassers um $0^{\circ},16$ hin und her schwankt, so kann es an zwei verschiedenen Tagen, wo die Barometerhöhe um $0,22$

engl. Zoll verschieden ist, doch dieselbe Temperatur zeigen. Die Commission sagt, sie wisse dies nicht zu erklären.

Wenn ich nicht sehr irre, läßt sich dieses Phänomen, nach unsern jetzigen Einsichten, vielleicht so erklären. Man weiß, daß das kochende Wasser an der Oberfläche des Gefäßes kälter ist, als gegen den Boden, und daß diese Erkältung durch die Verdunstung entsteht. Es ist wahrscheinlich, daß das Wasser, wenn das Kochen fortgehen soll, am Boden in dem Maasse heißer wird, als es sich oben erkältet; da nun das Thermometer immer nahe an den Boden gehalten wird, so muß es höher steigen, wenn die Verdunstung stärker ist, und umgekehrt. Wir wissen nun durch Dalton's Versuche, daß die Verdunstung eine Function der Temperatur, der Expansivkraft der Dünste in der Atmosphäre und des Luftzuges ist; diese Dinge können an verschiedenen Tagen, ungeachtet die Barometerhöhe dieselbe ist, sehr verschieden seyn, und mithin eine verschiedene Verdunstung bewirken. Am leichtesten und sichersten würde sich dieser Einfluß der Verdunstung durch die Quantität der Verdunstung des kochenden Wassers selbst bestimmen lassen. Je mehr in einer gegebenen Zeit verdunstet, desto höher muß das Thermometer stehen, voraus gesetzt, daß die Kugel nahe am Boden des Gefäßes sich befindet. (Vielleicht ist es auch gerade umgekehrt, ich will durch kein Raisonnement den Beobachtungen vorgreifen, sondern nur dar-

auf aufmerksam machen.) Es wäre sehr zu wünschen, daß hierüber genaue Versuche angestellt würden.

Man könnte vielleicht den obern festen Punkt der Thermometer am sichersten durch die Expansivkraft des Wasserdampfes, im leeren Raume, bestimmen; man müßte dazu eine gewisse Expansivkraft fest setzen.

De Lüc hat, am angeführten Orte, die hier benutzten, und noch mehrere Beobachtungen, ebenfalls schon dazu angewendet, eine allgemeine Methode ausfindig zu machen, nach welcher die Temperatur des unter verschiedenen Barometerhöhen kochenden Wassers zu bestimmen ist. Die Regel, welche er heraus bringt und im §. 961 etwas unmathematisch vorträgt, läßt sich allgemein, und in unsern Zeichen, so ausdrücken:

$$r = 80 + 49,5 \cdot \log. \frac{b}{B}.$$

Um diesen Ausdruck mit dem unsrigen zu vergleichen, muß man den irrationalen Theil von No. III in eine Reihe auflösen. Man findet so:

$$r = 80 + 51,4 \cdot \log. \frac{b}{B} + 13,21 \cdot \left(\log. \frac{b}{B}\right)^2 + 6,8 \cdot \left(\log. \frac{b}{B}\right)^3 + \text{u. s. w.} \quad \text{IV}$$

Wenn b und B wenig von einander verschieden sind, so ist $\log. (b : B)$ eine sehr kleine Größe, wovon man das Quadrat und die höhern Potenzen vernachlässigen kann. Den Coefficienten von $\log. (b : B)$ hat de Lüc etwas kleiner gefunden. Dies

kömmt daher: er hat seine Beobachtungen zum Theil auf sehr hohen Bergen angestellt, wo das Quadrat von $\log. (b : B)$ nicht mehr vernachlässigt werden darf; da nun in diesem Falle $b < B$, so ist $\log. (b : B)$ eine negative GröÙe, das Quadrat davon aber positiv; er mußte also, da er den zweiten positiven Terminus wegliess, den ersten negativen etwas zu groß finden.

Es folgt also hieraus, daß de Lüc bemerkt hat, daß die Expansivkräfte der Wasserdämpfe in geometrischem Verhältnisse fortschreiten. Daß diese Reihe aber nicht genau eine geometrische ist, sondern daß die Exponenten abnehmen, konnten ihm seine Beobachtungen, die nur auf einen kleinen Zwischenraum in der Temperatur eingeschränkt waren, nicht zeigen.

Obige Formeln für die Temperatur des kochenden Wassers braucht man sehr häufig zur Berichtigung des Siedepunkts der Thermometer, wenn dieser bei einer Barometerhöhe genommen worden ist, die nicht die Normalhöhe ist. In diesem Falle sind b und B immer sehr wenig von einander verschieden, so daß das Quadrat von $\log. (b : B)$ in No. IV ganz unmerklich ist. Man kann hier auch aus eben dem Grunde, anstatt des Coefficienten 51,4 die runde Zahl 50 nehmen, und dann hat man die Formel:

$$r = 80 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}, \quad V$$

Das heißt: wenn der Siedepunkt eines 80theiligen

Thermometers bei der Barometerhöhe b bestimmt worden ist, und er hätte eigentlich bei der Barometerhöhe B bestimmt werden sollen; so muß man an den beobachteten Punkt nicht 80, sondern den Werth von r setzen, den diese Formel giebt. Für das Celsius'sche oder neue französische 100theilige Thermometer, dessen zu suchenden Grad ich c nennen will, ist die Formel:

$$c = 100 + 63 \cdot \log. \frac{b}{B}.$$

Es wäre, wegen der so nöthigen Gleichförmigkeit der Thermometer, sehr zu wünschen, daß man über einen gewissen Werth von B überein käme. de Lüc hat es zu 27 pariser Zoll angenommen, und Lavoisier und andere pariser Physiker zu 28 Zoll. Dies sind aber beides solche Barometerhöhen, die nur an wenigen, (sehr hohen und sehr tiefen,) Orten vorkommen. Am schicklichsten wäre es gewiß, $B = \frac{3}{4}$ Mètres ($= 27$ Zoll 8,47 Linien parif. Maas $= 29,527$ engl. Zoll,) anzunehmen. Diese Barometerhöhe ist an den meisten Orten der Erde die mittlere und fast überall zu erhalten. Die schon oben erwähnte Commission der Londner Akademie hat ebenfalls die Barometerhöhe 29,5 engl. Zoll fest gesetzt, und so wäre die Vereinigung desto leichter.

Ich will hier noch eine Formel hersetzen, vermittlest deren man die Angaben eines Thermometers auf die eines andern reduciren kann. Es sey B die Barometerhöhe, bei welcher man den Siedepunkt

bestimmt wissen will; ein Thermometer aber, dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe b bestimmt worden, zeigte bei einer gewissen Beobachtung t Grade; man will wissen, wie viel dies nach dem verlangten Thermometer macht, wo ich den zugehörigen Grad x nennen will. — Dann ist:

$$x = t + \frac{t}{t} \cdot t \cdot \log. \frac{b}{B}.$$

Z. B. bei einer gewissen Beobachtung zeigte ein Thermometer, (gleich viel, ob Réaum. oder Celsius,) dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe 9,72 Mètres $= b$ bestimmt worden, 96 $= t$ Grade; man will wissen, wie viel dies nach einem Thermometer macht, dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe $\frac{3}{4} = 0,75$ Mètres $= B$ genommen worden: so findet man, aus dieser Formel, $x = 94,92$. Es muß bemerkt werden, daß diese Formel allgemein ist und für jede Abtheilung zwischen den zwei festen Punkten gilt.

Nach dieser, wie ich hoffe, nicht ganz unnützen, Abschweifung wollen wir wieder zu Dalton's Beobachtungen zurück kehren.

Das Bisherige gilt bloß von den Wasserdämpfen; er sagt aber Seite 13, zufolge seiner Versuche sey „bei gleichen Temperaturunterschieden der Unterschied in der Expansivkraft der Dämpfe aller Flüssigkeiten gleich, in so fern von Temperaturen an gerechnet wird, bei welchen beide Dampfarten dieselbe Expansivkraft haben.“ Eine solche Tem-

peratur, bei welcher die Expansivkraft der Dämpfe von allen Flüssigkeiten gleich ist, ist nun nach dem vorher gehenden die, bei welcher eine gegebene Flüssigkeit, unter dem Drucke der Atmosphäre, (in unsern Formeln immer B ,) kocht. Dies heißt also in einem Beispiele so: wenn man eine Dampfart hätte, deren Expansivkraft schon bei 65° der des Wassers bei 80° , nämlich 30 Zoll, gleich wäre, so würde die Expansivkraft dieser neuen Dampfart bei 45° , (20 weniger,) schon gleich seyn der des Wasserdampfes bei 60° , ($= 80 - 20$), nämlich $1\frac{1}{4}$ Zoll. Nennt man den Grad, bei welchem eine gegebene Flüssigkeit, nach unserm Thermometer, kocht, R , so wird man durch einiges Nachdenken finden, daß man, um dieses von Dalton angegebene allgemeine Gesetz in der Formel I auszudrücken, in ihr, anstatt des dortigen r , nur $80 - (R - r)$ setzen darf. Hierdurch wird man finden:

$$\log. e = \log. E - \frac{(200 + R - r)(R - r)}{10280}. \quad \text{VI}$$

Dies ist nun der *allgemeine Ausdruck* und giebt die Expansivkraft jeder Dampfart für jede Temperatur r , so bald man nur weiß, bei welcher Temperatur R , (unter dem hier immer angenommenen Drucke $B = E$,) die Flüssigkeit kocht, aus welcher sie entstanden ist. Will man z. B. die Expansivkraft des Dampfes aus Alkohol, der, nach Dalton, unter dem Drucke 30 Zoll bei $63^\circ,5$ kocht, für eine Temperatur r bestimmen, so setzt man bloß

R

$R = 63^{\circ},5$ und $E = 30$. Bei Wasser ist natürlich $R = 80$.

Hiernach läßt sich nun auch die Formel III allgemein ausdrücken; sie ist so:

$$r = R + 100 - \sqrt{(10000 - 10280 \cdot \log \frac{b}{B})}. \quad \text{VII}$$

Das heißt: wenn irgend eine Flüssigkeit unter der Barometerhöhe B bei der Temperatur R kocht, so kocht sie unter der Barometerhöhe b bei der Temperatur r .

Will man anstatt des Réaumur'schen lieber das Celsius'sche oder 100theilige Thermometer gebrauchen, und nennt den Grad an diesem Thermometer, bei welchem irgend eine Flüssigkeit kocht, C , und den andern gegebenen c , so setzt man in den vorher gehenden Formeln $\frac{4}{5} \cdot c$ anstatt r , und $\frac{4}{5} \cdot C$ anstatt R ; man wird dann erhalten, anstatt der Formel VI:

$$\log. e = E - \frac{(250 + C - c)(C - c)}{16062}, \quad \text{VIII}$$

und anstatt der Formel VII:

$$c = C + 125 - \sqrt{(15625 - 16062 \cdot \log \frac{b}{B})}. \quad \text{IX}$$

Setzt man $C = 100$, so erhält man die übrigen einfachern Formeln, die nur für Wasser gelten.

Anwendung des Bisherigen auf die Verdunstung der Flüssigkeiten.

Dalton hat gefunden, daß die Verdunstung des Wassers, in trockener Luft, bei verschiedenen Temperaturen genau im Verhältnisse der Expansiv-

kraft des Wasserdampfes bei diesen Temperaturen steht. Das heißt, wenn man bei der Siedehitze die Expansivkraft E und die Verdunstung V , und bei der Temperatur r die Expansivkraft e und die Verdunstung v nennt: so ist allezeit:

$$v : V = e : E. \quad X$$

Wenn man also weiß, wie viel Wasser, während einer gewissen Zeit, bei der Temperatur 80° verdunstet, nämlich V ; so hat man die Verdunstung v bei der Temperatur r , in eben derselben Zeit, durch die Gleichung:

$$\log. v = \log. V - \frac{(280 - r)(80 - r)}{10280}. \quad XI$$

Dieses V hat Dalton, nach Verschiedenheit des Windes, verschieden gefunden. Es verdunsteten nämlich, während einer Minute, aus einem runden Gefäße, dessen Durchmesser 6 Zoll ist, bei Vermeidung alles Luftzugs 120 engl. Gran, bei mäßigem Winde 154 Gran und bei starkem Winde 189 Gran.

Da die englischen Maasse und Gewichte außer diesem Lande nicht üblich sind, so will ich diese Angaben auf den Mètre und das Gramme reduciren. Ein Verdunstungsmesser zu meteorologischen Beobachtungen wird sehr bequem seyn, wenn man ihm einen Durchmesser von 0,2 Mètres giebt. (Die runde Form ist dem Quadrate vorzuziehen, weil bei dieser Form der Wind sich nicht, wie beim Quadrate, an den Ecken stößt, sondern immer gleichförmig über das Gefäß weggeht, er mag kommen,

von welcher Seite er will.) Nun sind 6 engl. Zoll $= 0,1524$ Mètres; man muß also, da sich die Verdunstungen wie die Oberflächen verhalten, die Zahlen 120, 154 und 189 mit der Zahl $\left(\frac{0,2}{0,1524}\right)^2 = \left(\frac{2000}{1524}\right)^2$ multipliciren, um sie auf einen Verdunstungsmesser von 0,2 Mètres im Diameter zu reduciren. Und da ferner, den Angaben in den *Mém. de l'Academie des Sciences*, An 1767, zufolge, 1 engl. Gran $= 0,064743$ Gramme ist, so müssen jene Zahlen mit $\left(\frac{2000}{1524}\right)^2 \cdot 0,064743$ multiplicirt werden, um sie auf einen Verdunstungsmesser von 0,2 Mètre im Durchmesser und auf Grammes zu reduciren. Man wird so folgende Werthe für v finden. Aus einem runden Gefäße von 0,2 Mètre im Diameter verdunsteten in 1 Minute, bei Vermeidung des Luftzugs, 13,380 Gramme, bei mäßigem Winde 17,171 Gramme, und bei starkem Winde 21,074 Gramme.

Die Formel No. XI stellt nun die von Dalton gefertigte Tabelle, (*Annalen*, XV, 133,) dar. Es ist unnöthig, sie hier erst mit dieser Tabelle zu vergleichen, um die Uebereinstimmung mit ihr darzutun; es liegt in der Natur der Sache, daß sie nun eben dem Grade damit stimmen muß, wie No. mit der Expansivkraft.

Dalton hat ferner gefunden, daß die Verdunstung aller Flüssigkeiten im constanten Verhältnisse der Expansivkraft ihrer Dämpfe erfolgt; und

zwar so, (wie aus Seite 137 folgt,) daß bei ihrem Kochen die Verdunstung eben so stark ist, als die des kochenden Wassers. Es läßt sich also die Verdunstung jeder Flüssigkeit in der Formel No. V darstellen. Es sey die Verdunstung des kochenden Wassers in 1 Minute v , die Verdunstung einer Flüssigkeit, die bei der Temperatur R kocht, sey bei der Temperatur r , in derselben Zeit, v ; so ist also:

$$\log. v = \log. V - \frac{(200 + R - r)(R - r)}{10280}, \quad \text{XII}$$

Dies wäre also, nach Dalton, das Gesetz der Verdunstung der Flüssigkeiten in trockener Luft.

Aber Dalton hat hierbei einen sehr wichtigen Umstand vergessen, nämlich den Einfluß der verschiedenen Dichte der Luft, oder des Barometerstandes, auf die Verdunstung. Wie er die Sache vorträgt, scheint die Verdunstung nur allein von der Temperatur abzuhängen; dies ist aber nicht möglich. Wenn man z. B. Wasser von der Temperatur 60° unter eine Luftpumpe setzt, und die Luft gehörig auspumpt, oder wenn man es auf einen sehr hohen Berg bringt, so wird es kochen; sollte es bei diesem Kochen nicht stärker verdunsten, als vorher in freier Luft und als es der Temperatur von 60° an der Erdoberfläche zukömmt? Will man dieses läugnen, so widerspricht man geradezu der obigen Erfahrung, nach welcher alle Flüssigkeiten bei ihrem Kochen gleich stark verdunsten. Es ist um so mehr zu verwundern, daß

Dalton diesen Umstand übersehen hat, da selbst nach seiner physikalischen Theorie der Verdunstung, (S. 127,) die Dichte der Luft grossen Einfluss darauf haben muss. Glücklicher Weise setzen uns Dalton's Versuche selbst in den Stand, diese wichtige Lücke auszufüllen; und ungeachtet es den Anschein hat, als würde dadurch die Sache sehr verwickelt werden, so wird sie nur noch zusammenhängender, und in so fern einfacher, wie wir gleich sehen werden. *)

Dalton hat gefunden, dass die Verdunstung aller Flüssigkeiten bei ihrem Kochen gleich, und, von dieser Temperatur an gerechnet, der Expansivkraft ihrer Dämpfe proportional ist. Man braucht also, um auf den Einfluss Rücksicht zu nehmen, welchen die verschiedenen Barometerhöhen auf die Verdunstung der Flüssigkeiten haben, nur in der Formel No. XII das R , bei einer und derselben Flüssigkeit, nicht constant, sondern der jedesmahligen Barometerhöhe gemäß anzunehmen. Man darf demnach bei Wasser z. B. nur dann $R = 80$ setzen, oder die Formel No. XI brauchen, wenn während des Versuchs die Barometerhöhe der gleich war, bei welcher der Siedepunkt des Thermometers bestimmt worden ist. Wasser auf eine so grosse Höhe gebracht, wo es bei derselben Tempera-

*) In dieser Abweichung von Dalton kann ich nicht anders, als dem Herrn Verf. beistimmen.

tur kocht, als Weingeist auf der Pläne, wird dasselbe eben so verdunsten, wie Weingeist bei gleichen Temperaturen unten. Will man die Verdunstung des Wassers auf dem Montblanc untersuchen, wo es bei 69° kocht, so muß $R = 69'$, und nicht 80 gesetzt werden.

Wenn man die Barometerhöhe weiß, so braucht man R nicht unmittelbar zu beobachten, sondern man berechnet es durch die Formel No. III. Da man aber dergleichen Beobachtungen selten an so sehr hohen Orten machen wird, so findet man R mit hinreichender Genauigkeit aus der Gleichung $R = 80 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}$. Setzt man diesen Wert in die Formel No. XII, so hat man:

$$\text{XIII} \quad \log. v = \log. V - \frac{(280 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B} - r) (90 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B} - r)}{10280}$$

Das heißt: wenn v die Verdunstung des kochenden Wassers ist, und man braucht ein Thermometer, dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe B bestimmt worden, so ist die Verdunstung des Wassers bei der Barometerhöhe b und der Temperatur r , v . Oder ganz allgemein: wenn G der Grad ist, bei welchem irgend eine Flüssigkeit unter der constanten Barometerhöhe B , (die immer die des Siedepunkts des Thermometers ist,) kocht, so hat man aus No. VII $R = G + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}$; und dabei die Verdunstung dieser Flüssigkeit, bei der Barometerhöhe b , v .

meterhöhe b und der Temperatur r , durch die Gleichung: XIV $\log. v = \log. V -$

$$\frac{(200 + G + 50 \cdot \log. \frac{b}{B} - r) (G + 50 \cdot \log. \frac{b}{B} - r)}{10280}$$

wo für Wasser immer $G = 80$ ist.

Dalton's Tabelle für die Verdunstung des Wassers ist also nicht allgemein, sondern sie gilt nur für den Barometerstand 30 engl. Zoll, bei dem er den Siedepunkt seines Thermometers bestimmt hat.

Das Bisherige gilt bloß für die Verdunstung der Flüssigkeiten in ganz trockener Luft, in *feuchter* hat Dalton das Gesetz gefunden: „Die Kraft der „Verdunstung ist immer gleich der Expansivkraft „des Dampfes aus dem verdunstenden Wasser, we- „niger der Expansivkraft des schon in der Atmo- „sphäre vorhandenen Wasserdampfes.“

Hier braucht man nun die Expansivkraft des Wasserdampfes, bei der Verdunstung des Wassers, in *freier Luft*. Hier gilt nicht die Formel I, sondern diese Expansivkraft hängt auch von der Barometerhöhe ab. Denn die Expansivkraft beim Kochen muß der jedesmahligen Barometerhöhe (b) gleich seyn; und da wir immer ein Thermometer voraus setzen, dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe B bestimmt worden, so muß auch im zweiten Theile der Formel I unser R , (welches $= 80$ $+ 50 \cdot \log. \frac{b}{B}$,) anstatt 80 gesetzt werden. Wenn

nun e die Expansivkraft des Wasserdampfes in freier Luft bei der Temperatur r ist, so ist:

$$\log. e = \log. b - \frac{(200 + R - r)(R - r)}{10280}. \quad \text{XV}$$

Um die Expansivkraft derjenigen Wasserdämpfe zu finden, welche schon in der Atmosphäre verbreitet sind, muß man wissen, bei welcher Temperatur, als Minimum, sie noch eine solche Expansivkraft haben, daß sie sich halten können; oder, mit andern Worten, bei welcher Temperatur sie sich wieder condensiren. (Wenn nämlich eine gewisse Quantität Wasserdämpfe einmahl in der Luft verbreitet ist, so behalten sie, bei Temperaturen, die nicht zu sehr von einander verschieden sind, sehr nahe dieselbe Expansivkraft; indem sie alsdann, nach Gay-Lussac und Dalton, durch Wärme nicht stärker als Luft selbst dilatirt werden. Aus dieser bekannten Dilatation könnte man die Veränderung der Expansivkraft berechnen; da aber, nach Dalton, der Condensationspunkt nur höchstens $10^{\circ} \text{F.} = 4\frac{1}{2}^{\circ} \text{R.}$ von der Temperatur der Atmosphäre verschieden ist, so übergehe ich diese Correction, *)) Um diese Temperatur zu finden, hat Dalton eine sehr einfache Methode

*) Will man sie doch anbringen, so heisst die Formel XVI so:

$$\log. e = \log. b \left(1 + \frac{r - G}{210} \right) - \frac{(2090 + R - G)(R - G)}{10280}$$

wo r die Temperatur der Luft, und der Divisor 210 nach Gay-Lussac ist, 5.

(vielleicht das einzige Hygrometer,) erfunden, die man Seite 129 nachlesen muß. Weis man diese Temperatur, die ich künftig immer G nennen werde, so kann man die Expansivkraft ε der Dünste in der Atmosphäre durch die vorige Gleichung finden, indem man daselbst G für r setzt; oder man hat:

$$\log. \varepsilon = \log. b - \frac{(200 + R - G)(R - G)}{10280}. \quad \text{XVI}$$

Dalton's Methode, die Expansivkraft der Dämpfe in der Luft zu finden, gilt ebenfalls nur bei der Barometerhöhe 30 Zoll.

Es ist also, nach dem Bisherigen, die Kraft der Verdunstung in feuchter Luft $= e - \varepsilon$. Da sich nun, nach X, die Verdunstungen wie die Expansivkräfte verhalten, so ist die wirkliche Verdunstung $= V \cdot \frac{e - \varepsilon}{b}$. Ist nun v die Verdunstung bei der Temperatur r und φ die bei der Temperatur G , so ist, (nach X,) $\frac{e}{b} = \frac{v}{V}$ und $\frac{\varepsilon}{b} = \frac{\varphi}{V}$; es ist also in feuchter Luft die Verdunstung $= v - \varphi$. Hieraus fließt nun folgende Regel: „Nach der Formel No. XII berechnet man mit r die Verdunstung v , und mit G die Verdunstung φ , so hat man $v - \varphi$, oder die Verdunstung in feuchter Luft.“ Am bequemsten kann dies so berechnet werden: man setzt

$$3 - \frac{(200 + R - r)(R - r)}{10280} = \log. m \text{ und}$$

$$3 - \frac{(200 + R - G)(R - G)}{10280} = \log. n,$$

$$\text{so ist } v - \varphi = V \frac{m - n}{1000}, \quad \text{XVII}$$

wo $R = 80 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}$ ist, wenn b die jedes-

mahlige Barometerhöhe und B die des Siedepunkts des gebrauchten Thermometers bedeutet im Falle die verdunstete Flüssigkeit Wasser ist. Ist sie dagegen irgend eine andere, so setzt man in dem Werthe für m , $R = G + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}$. In dem Werthe für n bleibt auch in diesem Falle der erste Werth für R , weil man voraus setzt, die Dämpfe in der Atmosphäre seyen bloß Wasserdämpfe.

Dies wäre also die *vollständige Theorie der Verdunstung*. Wir wollen nun vermittelt unserer Formeln die zwei Aufgaben auflösen, welche Dalton S. 135 durch seine Tabellen aufgelöst hat.

Aufgabe I. Die Temperatur G , bei welcher die wässerige Atmosphäre sich zu condensiren anfängt, und die Temperatur der Luft n , (es wird voraus gesetzt, sie sey mit der des verdunstenden Wassers einerlei,) seyen gegeben; die Menge Wasser zu finden, welche aus einem cylindrischen Gefäße von 6 Zoll im Diameter in 1 Minute verdunstet, $v = \Phi$.

Auflösung. Diese Aufgabe haben wir so eben aufgelöst, wir wollen hier nur das von Dalton gewählte Beispiel berechnen. Wir wollen voraus setzen, die Barometerhöhe sey 30 Zoll, so daß also, nach Dalton's Thermometer, $R = 80$ wird. Es sey nun ferner, wie am angeführten Orte, $G = 52^\circ \text{ F.} = 8\frac{1}{2} \text{ R.}$, $r = 66 \text{ F.} = 15\frac{1}{2} \text{ R.}$; und, da ein mäßiger Wind herrschen soll, $v = 154 \text{ Gr.}$ Mit diesem r ergibt sich $m = 21,2805$,

und mit G , $n = 13,3252$, und so findet sich $v - \varphi = 1,225$ Gran. Dalton hat vermittlest seiner Tabelle gefunden, $v - \varphi = 1,21$ Gran. Der Unterschied ist ganz unbedeutend und rührt von der Abweichung der Formel No. I von der dortigen Tabelle her.

Aufgabe II. Es sey durch einen Versuch die Grösse der Verdunstung in 1 Minute, die w heissen soll, die Temperatur der Luft r , und die Barometerhöhe b bekannt; den Punkt der Condensation G der wässerigen Atmosphäre und ihre Expansivkraft ε zu finden.

Auflösung. Man suche erst die Verdunstung v , die in vollkommen trockener Luft bei der Temperatur r und der Barometerhöhe b erfolgt seyn würde, durch die Gleichung No. XII, wo R den bekannten Werth hat. Dann hat man, den vorhergehenden Sätzen gemäß:

$$G = R + 100 - \sqrt{10000 + 10280 \cdot \log. \frac{V}{v-w}}, \text{ XVIII}$$

und $\varepsilon = b \cdot \frac{v-w}{V}$, oder $\log. \varepsilon = \log. b - \log. \frac{V}{v-w}$.

Beispiel. Anstatt des hier von Dalton fingirten Beispiels wollen wir ein wirkliches, aus dessen meteorologischen Beobachtungen, (*Annalen*, XV, 204,) nehmen. Im August 1801 war die mittlere Verdunstung in 1 Minute $0,91$ Gran $= w$, die mittlere Temperatur war, (aus Mittag und Mitternacht Beobacht.,) $63^\circ = F. = 13\frac{1}{2} R. = r$, die mittlere Barometerhöhe $29,88$ Zoll $= b$. Der Verdunstungsmesser steht sehr frei, man muß daher

$V = 189$ Gran annehmen. Dalton hat den Siedepunkt seines Thermometers bei 30 Zoll bestimmt, es ist also $B = 30$.

Mit diesen Datis findet man $R = 79^{\circ},913$ und dann $v = 3,667$ Gran, $G = 9^{\circ},99 = 54,48$ Fahr. und $\epsilon = 0,436$ Zoll. Dalton hat, vermittelst seiner Tabellen, gefunden: $G = 54^{\circ},3$ F. und $\epsilon = 0,433$. Der Unterschied rührt theils von der Abweichung der Formel I von Dalton's Tabelle, theils, und vorzüglich, daher, daß Dalton keine Rücksicht auf die Barometerhöhe genommen hat. Nach der wirklichen Beobachtung, die man für sehr genau zu halten hat, da sie ein Mittel aus einem ganzen Monate ist, war aber $G = 54^{\circ},5$ F., also fast vollkommen so, wie unsere Rechnung es angiebt.

Bestimmung der Quantität der Verdunstung beim Kochen des Wassers.

Da vermuthlich mehrere Physiker die Verdunstung des kochenden Wassers untersuchen werden, so wird es nicht unnütz seyn, hier das dabei nöthige Verfahren zu zeigen. Bei diesen Versuchen muß das Gefäß mit Wasser auf einer genauen Wage gewogen werden; es darf daher, und auch schon des Kochens wegen, nicht zu groß seyn. Sehr schicklich wird es seyn, demselben einen Durchmesser von 0,1 Mètre zu geben. (Das von Dalton hierzu angewandte hatte 3,25 engl. Zoll im Durchmesser.) Man braucht dann die damit gefundenen Verdun-

lungen, um sie auf ein Gefäß von 0,2 Mètre zu reduciren, nur mit 4 zu multipliciren; weil $(0,1)^2 : (0,2)^2 = 1 : 4$.

Da, nach Dalton, die Verdunstung aller Flüssigkeiten bei ihrem Kochen, und also auch die des Wassers, wenn es bei verschiedenen Barometerhöhen kocht, gleich ist; so ist es, in Rücksicht auf die Verdunstung in trockener Luft, einerlei, bei welcher Barometerhöhe der Versuch angestellt wird. Aber weil der Versuch immer in mehr oder weniger feuchter Luft unternommen werden muß, und man doch die Verdunstung V in ganz trockener Luft haben will, so wird die Verdunstung etwas zu geringe gefunden werden.

Wenn die in feuchter Luft gefundene Verdunstung V' heißt und die wahre in trockener Luft V , und wenn während des Versuchs der Condensationspunkt G ist; so findet man, vermittelt der Gleichung XVII und der dortigen Hilfsgrößen m und n , $V = V' \cdot \frac{1000}{m-n}$. Aber in diesem Falle muß immer die Temperatur des verdunstenden Wassers, oder r , (weil es kocht,) $= R$ seyn; es ist also beständig $\log. m = 3$, daher $m = 1000$, und folglich:

$$V = V' \cdot \frac{1000}{1000-n}.$$

Für die GröÙe n muß R entweder unmittelbar beobachtet oder nach No. V berechnet werden; wo, wie bekannt, b die Barometerhöhe während

des Versuchs, und B die des Siedepunkts des Thermometers bedeutet.

Da die Sache noch neu ist, so wird es gut seyn, wenn ich ein Beispiel einer solchen Berichtigung hersetze. Gesetzt, man habe die Verdunstung des kochenden Wassers aus einem Gefäße von 0,1 Mètre im Diameter, während einer Minute, 4 Grammes $= V'$ gefunden. An dem Tage und dem Orte sey die Barometerhöhe 0,7 Mètre $= b$ gewesen, der Siedepunkt des Thermometers sey bei 0,75 Mètres $= B$ bestimmt worden, und der Condensationspunkt der Dünste in der Luft möge $15^{\circ} = G$ gewesen seyn. Mit b und B findet man $R = 78^{\circ},51$ und dann $n = 23,552$, und endlich $V = 4,0965$ Gramme; macht für einen Verdunstungsmesser von 0,2 Mètres 16,386 Gramme. Der Unterschied ist also gar nicht unbeträchtlich. Dalton erwähnt diese Berichtigung gar nicht; und da ich den Condensationspunkt und die Barometerhöhe während seines Versuchs nicht weiß, so kann ich sie hier auch nicht nachhohlen. Indessen hat er doch bei der Tabelle Seite 133 die Zahlen 120, u. s. w., etwas größer angegeben, als sie nach den Versuchen seyn sollten; er hat also doch, vielleicht bloß empirisch, darauf Rücksicht genommen.

Allgemeines Resultat.

Wenn irgend eine Flüssigkeit unter dem Drucke β kocht, so hat sie bei dieser Temperatur eine Ex-

expansivkraft β und eine Verdunstung V , welches V durch Versuche gefunden werden muß, und für alle Flüssigkeiten dasselbe ist. Wenn dann bei irgend einer andern Temperatur, die um u Grade unter der vorigen ist, (wenn es darüber ist, so ist u negativ,) die Expansivkraft e , und die Verdunstung v heisst; so findet immer die Gleichung Statt:

$$\log. \frac{\beta}{e} = \log. \frac{V}{v} = \frac{(200 + u) u}{10280},$$

und zwar u in solchen Wärmeräumen, nach dem Gesetze der Dilatation des Quecksilbers ausgedrückt, deren der Wärmeraum vom Eispunkte des Wassers bis zu dessen Siedepunkte, unter der Barometerhöhe β , so enthält.

Dieses *allgemeine Gesetz* folgt aus Dalton's Beobachtungen. Es ist zu natürlich, und die einzelnen Theile desselben hängen zu genau zusammen, als daß man Ursache hätte, es zu bezweifeln. Aber nie muß man, in einer empirischen Wissenschaft, es für überflüssig halten, gefundene Thatfachen noch weiter zu bestätigen; und daher wäre es zu wünschen, daß auch über diesen Gegenstand noch fernere Versuche angestellt würden. Indessen kann ich doch, aus Liebe zur Wissenschaft, den Wunsch nicht unterdrücken, daß diese Versuche mit großer Sorgfalt, sehr genauen Instrumenten, und — vorzüglich ohne Vorurtheil — angestellt werden möchten. Man kann z. B. die vermuthliche Natur und die Eigenschaften des Wärmestoffs, (eines Dinges, welches niemand kennt,) fürs erste hier ganz gut aus dem Spiele lassen.

Ueberhaupt, es wäre sehr zu wünschen, daß Physiker sich bloß damit begnügten, die Modificationen der Körper, welche ihre gegenseitigen Wirkungen unter diesen und jenen Umständen hervorbringen, und die Gesetze dieser Modificationen zu erforschen; die *Raisonnements* über die Eigenschaften der Materie an sich, (Ursachen dieser Wechselwirkung,) könnten sie füglich den Philosophen *à la Descartes* überlassen. Diejenigen sogenannten physikalischen Erklärungen der Phänomene, wozu man Wärmestoff, Lichtstoff, Feuerstoff, Gravitationsstoff, (*le Sage's Corpuscules gravifiques*,) und wer weiß was noch für Phantome erschaffen muß, schaden der Wissenschaft unendlich viel. Man bildet sich ein, durch solche Dinge etwas zu wissen, und weiß nichts. Gerade dies ist es, was zur Zeit der Scholastiker den Wissenschaften so sehr im Wege stand, und sie zu leeren Grillenfängereien herab würdigte. Es wäre, um nur ein Beispiel anzuführen, viel besser gewesen, man hätte vor Torricelli aufrichtig gestanden, man wisse nicht zu erklären, warum eine Saugpumpe Wasser zieht, als daß man es einer *fuga vacui* zugeschrieben hat; die Wahrheit wäre so vielleicht tausend Jahre früher an den Tag gekommen.

Diese *fuga vacui* ist, als eine *qualitas occulta*, die man heut zu Tage nicht mehr *annimmt*, in sehr übeln Ruf gekommen. Um ihr wieder Credit zu verschaffen, müßte man sie modernisiren und eine
mate-

materia occulta daraus machen; man könnte sie dann, unsern großen deutschen Puristen zu gefallen, *Gegenleerheitsstoff* nennen. Die Sache scheint freilich nicht ohne Schwierigkeit zu seyn: da aber einige Physiker gemeint haben, der Wärmestoff sey absolut leicht, und andere sogar der Meinung waren, er sey negativ schwer; so hat man es wohl mit den occulten Materien nicht so genau zu nehmen, als mit den andern, bei denen man Schwere für eine *conditio sine qua non* hält.

V.

Auf der Reise.

B E M E R K U N G E N

über

DALTON'S *Versuche über die Expansivkräfte luft- und dampfförmiger Flüssigkeiten, und über die für die Hygrometrie und Eudiometrie daraus gezogenen Folgerungen,*

vom

H o f r a t h P A R R O T,

Prof. der Physik auf der Universität zu Dörpat.

Der Schreck, hochgeehrtester Freund, den Sie mir mit Dalton's Versuchen und Lehrsätzen einjagen wollten, ist, Gottlob! vorbei. *) Auf meiner Schulreise, die ich Ihnen im letzten Briefe ankündigte, erhalte ich von Freund Grindel die mir noch damahls fehlenden Hefte Ihrer Annalen. Auf der Reise erhalte ich sie; auf der Reise will ich es versuchen, über diese Materie noch mehr Licht zu verbreiten, und halten Sie es dem Freunde der Wahrheit zu gute, wenn er seinem Freunde vielleicht widersprechen muß. **)

*) Dies bezieht sich auf eine vorläufige Nachricht von Dalton's Versuchen in einem meiner Briefe an Herrn Prof. Parrot. d. H.

**) Herrn Prof. Parrot zu einer solchen Wider-

Sie werden sehen, daß ich richtig prophezeigte:
 1. Dalton hat nicht völlig richtig experimentirt;
 2. wären seine Versuche auch ganz richtig, so sind
 die Folgerungen deshalb noch nicht legitim.

Ich werde diese beiden Behauptungen erweisen,
 so gut als die Reise und die Geschäfte es erlauben,
 und überlasse es Ihrem physikalischen Gewissen,
 es dann zu verantworten, warum Sie solche Ketze-
 reien ohne Remedior vom englischen auf den Deut-
 schen Grund und Boden herüber lassen konnten. *)
 Das Beste ist, daß Sie mich bei Zeit warnten; ich
 danke Ihnen sehr dafür; sonst hätte ich ungehört
 verurtheilt werden können.

legung zu veranlassen, war mit ein Zweck der
 Bemerkungen, mit denen ich Dalton's Abhand-
 lungen begleitete. Wie aus der Folge erhellt, war
 Herrn Prof. Parrot Heft 2, Band XV, der Anna-
 len noch unbekannt, als er diesen Brief schrieb.

d. H.

*) Ich glaube, was Dalton's Untersuchungen be-
 trifft, das Meinige gethan zu haben, um mich und
 den Leser über die Zuverlässigkeit der Versuche
 und die Gültigkeit der Folgerungen im Allgemei-
 nen zu orientiren, ohne gerade den Leser im Ur-
 theilen vorzugreifen, wozu ich mich bei Aufsätzen
 über so streitige Materien am wenigsten berechtigt
 halten möchte. Auch bezieht sich Herrn Professor
 Parrot's Aeußerung größten Theils auf einen
 Punkt, der für mich damahls von keiner großen
 Wichtigkeit war, den er aber in gegenwärtiger
 Widerlegung der Dalton'schen Sätze, so fern sie seine

Ich nehme demnach das erste Stück des XVten Bandes Ihrer Annalen zur Hand, wo die Versuche Dalton's erzählt werden; dann werde ich die in derselben Abhandlung und in der des XIIten Bandes angeführten und gezogenen Schlüsse in Ansprache nehmen.

1. Von den Versuchen Dalton's.

Die Füllung von Dalton's Barometer ist, in meinen Augen wenigstens, verdächtig. Wenn das Quecksilber auch noch so gut ausgekocht ist, so kann man es doch in der Röhre nicht als durchaus luftfrei ansehen, denn das Hineingiessen desselben in die Röhre bringt es in sehr genaue und umständliche Berührung mit der Luft, wo es Gelegenheit hat, sich damit zu verbinden. Ich habe eine Art

eigne Theorie angreifen, besonders heraus hebt. „Meine Sätze“, (schreibt mir Herr Prof. Parrot in einem andern Briefe,) „beruhen auf unmittelbaren „Erfahrungen. Sie vertragen sich mit Dalton's „Versuchen, einen einzigen ausgenommen, welcher Dämpfe unter dem Frostopunkte anzeigt, und „dessen Fehler ich gezeigt habe, recht gut. Aber „Dalton's Hypothesen widersprechen allen meinen Erfahrungen, die ungleich zahlreicher und „vielseitiger sind, und selbst mit allen vorher gehenden Erfahrungen Priestley's, Fontana's, „de Lüc's und Sauffüre's auf das schönste „harmoniren. Wir sind also in offner gelehrter „Fehde, und ich freue mich darüber. — — —“

d. H.

von Baader'scher Luftpumpe, deren ich mich bediene, um die Luft, die sich bei Aufhebung des Drucks der Luft vom Quecksilber entwickelt, durch Entzündung mit Phosphor recht sichtbar zu machen. Auch wenn das Quecksilber vorher ausgekocht war, habe ich ein beträchtliches Leuchten des Phosphors wahrgenommen. Man weiß ohne dies, daß minder gut ausgekochte Barometer im Dunkeln leuchten durch die Friction des Quecksilbers, welches ohne Sauerstoffluft nicht geschieht. Ich halte es also für unmöglich, mit Dalton's Füllungsart ein luftfreies Barometer zu erhalten. Sein Versuch, daß bei Neigung des Barometers das äußerste Ende sich mit dem schwimmenden Wasser anfüllt, beweiset gar nichts. Es ist obuerhin schon gezeigt worden, (der Name des Autors entfällt mir, und ich habe keine Bücher bei der Hand,) daß man durch auskochen der Flüssigkeiten im luftleeren Raume mehr Luft aus denselben zieht, als durch kochen im luftvollen Raume. Angenommen, daß also noch etwas Luft im Dalton'schen Barometer war, so mußte diese Luft bei dem Neigen, das heißt, bei Wiederherstellung des atmosphärischen Drucks, vom Quecksilber und noch mehr vom Wasser jedes Mahl verschluckt und beim Aufrechtstellen wieder frei werden. *Wir müssen also voraussetzen, daß bei den nachherigen Anzeigen und Zahlen Dalton's sich immer eine, C, befindet, die alle Resultate seiner Versuche erhöht. Dalton selbst mußte das gefühlt haben; sonst hätte*

er seine Barometerröhre nicht erst *nach dem Füllen* graduirt. War sein Torricellischer Raum luftleer, so mußte er sich eine beständige Lage seiner Röhre und eine constante Quecksilberhöhe *) im Gefäße verschaffen, und dann von da aus, (von unten an,) die Eintheilung auftragen. Behielt er aber Luft in seiner Röhre, so half diese Vorsicht nichts. Daß er seine Röhre erst füllte, und dann, (wahrscheinlich von oben her nach einem andern beständigen und gut gefüllten Barometer,) graduirte, zeigt von seiner Seite offenbar ein eignes Mißtrauen zu seiner Füllungsmethode. Es thut mir leid, solche Schwierigkeiten in dieser Untersuchung zu zeigen; allein sie liegen darin, und es ist Pflicht des aufrichtigen Mannes, sie zu zeigen, unbekümmert, ob die Arbeit dadurch erschwert werde oder nicht.

Die Schwierigkeiten wachsen beträchtlich, wenn man Dalton's Erwärmungsmethode be-

*) Dies letztere war leicht, da man für einzelne Versuche ein sehr weites Gefäß nehmen konnte, und einem englischen Physiker in der Regel größere Quantitäten Quecksilber zu Gebote zu stehen pflegen. Ich habe jetzt ein sehr gutes Barometer nach des verstorbenen Mechanicus Voigt's Manier, wo die Prinzipische Fläche 4" im Quadrate halt; es kann um 30" fallen ohne merklichen Fehler; (das heißt, eine solche Fläche reicht bis auf den Fall, da der Druck der Luft ganz aufhört.)

trachtet. Ich behaupte, und tausend Erfahrungen haben mir diesen Satz gelehrt, daß diese Erwärmungsmethode sehr fehlerhaft ist. Es erfordert gewiß mehrere Stunden, um dem innern Raume einer Glasröhre, besonders einer gewöhnlichen dicken Barometerröhre, die Temperatur des umgebenden Mittels zu verschaffen. Hier einige Beispiele, welche dieses lehren. Ein Thermometer mit einer kleinen Kugel, von Adams, das sonst etwa nur um $\frac{1}{4}^{\circ}$ von meinem feinen Thermometer abweicht, aber in eine Glasröhre als Badethermometer gesetzt ist, steht in der Luft, bei Variationen der Temperatur wenigstens um ein paar Grade zurück, so wohl im Ab- als im Zunehmen, und doch hat die äußere Glasröhre unterhalb ein Loch. In meinem geheizten Ofen, in welchem ich mich nicht traue ein Thermometer eine Minute lang zu lassen, weil dessen Temperatur die des siedenden Wassers weit übertrifft, lege ich eine etwas dicke Flasche mit 5 bis 6 Drachmen Phosphor ganz unbesorgt hinein, die Luft dehnt sich nicht so schnell aus, daß die Blase, welche die weite Oeffnung schließt, platzt, und der Phosphor schmilzt erst nach einer Viertelstunde. Zum Kochen braucht es über eine Stunde.

Man bedenke nun, wie unvollkommen die Temperatur in die Dalton'sche Barometerröhre dringen wird, wenn es $\frac{1}{4}$ Stunde braucht, um $+32^{\circ}$ in einem Glase hervor zu bringen, zur Zeit, da die äußere Temperatur gewiß über 120° ist. Freilich hat Dalton Wasser anstatt Luft zum umge-

benden Mittel gebraucht, und so kam er der Wahrheit viel näher, als diese meine Betrachtung anzuzeigen scheint. Allein man bedenke, daß das Wasservolum eingeschränkt ist, daß die kältere Röhre die Temperatur des Ganzen erniedrigen mußte, daß die Barometerröhre gewöhnlich viel dicker von Glas ist, als eine Flasche, und daß, wenn Dalton z. B. $\frac{1}{4}$ Stunde Zeit ließ, um den Uebergang der Temperatur zuzulassen, die umgebende Flüssigkeit von aussen, besonders bei beträchtlichen Temperaturunterschieden zwischen dem umgebenden Wasser und der Luft, erkalten mußte. *) Sollten Dalton's Versuche als Fundamentalversuche anzusehen seyn, so mußte uns Dalton, (gleichfalls durch Versuche,) zeigen, daß der Uebergang der Temperatur wirklich Statt fände. — Daß die Resultate seiner Arbeit ziemlich gleichförmig ausfielen, beweiset nicht für ihre absolute Richtigkeit. Dazu durfte nur Dalton die Zeit zum Uebergange der Temperatur immer gleich nehmen. **)

*) Wie Dalton bei diesem Apparate die Siedehitze erhalten konnte, ist mir doch auch völlig ungreiflich, wenn er nicht das Wasser mit Salz impregnirte, oder Oehl, oder Quecksilber statt Wasser brauchte. That er aber eins von beiden, so war es Pflicht, die Nachricht davon mitzutheilen.

Parrot.

**) Mir schien für diese Richtigkeit ganz besonders die Uebereinstimmung der Resultate von Dalton's Versuchen über die Dilatation der Gasarten

Auch die Uebereinstimmung mit den Versuchen unter der Glocke der Luftpumpe beweist nichts; denn diese Methode hat Fehler, welche mit denen des andern Dalton'schen Apparats ganz ähnliche Resultate liefern müssen. Beim Luftpumpenapparat findet nicht die Temperatur des siedenden Wassers in der Glocke, sondern nur in der Flasche Statt. Die Erkältung von außen, die sich durch den Niederschlag von Dampf zeigt, läßt es nicht zu. Mit- hin haben Sie hier in dem Raume, welcher die Temperatur haben sollte, in der die Elasticität gemessen wird, nicht die gehörige Temperatur, sondern eine geringere, wie in der Barometerröhre. Warum stellte Dalton nicht sein Thermometer in den Dampf unter der Glocke? Warum in heißes Wasser?

Sie sehen also, hochgeehrtester Freund, daß Dalton's Verfahren bei weitem nicht fehlerfrei ist, und ich behaupte demnach dreist, daß die Methode des Professors Schmidt, überhaupt die Methode, das Thermometer in das Gefäß selbst, worin die Luft oder der Dampf barometrisch gemessen werden soll, zu stellen, die einzige heilbringende

durch Wärme, (*Annalen*, XII, 310,) welche auf ähnliche Art angestellt wurden, mit den Versuchen Gay - Lussac's und anderer Physiker, (*Annalen*, XIV, 266,) zu sprechen; und so gegründet auch Herrn Prof. Parrot's Bemerkungen sind, so möchte ich doch eben deshalb noch immer glauben, daß beide Gründe keinen sehr bedeutenden Fehler in Dalton's Versuche gebracht haben. d. H.

Methode ist. Sie selbst haben etwas ähnliches in Ihren Bemerkungen gefühlt, haben sich aber durch das Uebereinstimmende in den Dalton'schen Versuchen verleiten lassen, ihm gegen so viele andere Physiker Recht zu geben. *) So viel im Ganzen von der Experimentirmethode Dalton's.

Erlauben Sie mir, ehe ich auf die Sätze übergehe, daß ich noch über Dalton's Resultate beim Frierpunkte etwas sage. Ich setze bei Dalton Richtigkeit der Beobachtung voraus, läugne also die Wahrheit des Resultats nicht; aber der Versuch ist dennoch falsch. Dalton beging, wie ich eben gezeigt habe, zwei Fehler: den ersten mit der unvollkommenen Leere, welche eine constante GröÙe in alle seine Resultate hinein bringt; den zweiten durch schlechten Uebergang der Temperatur. Angenommen, Dalton habe in einer Lufttemperatur von 12 bis 15° R. gearbeitet, wie es wahrscheinlich ist, so giebt es eine Temperatur der Versuche, wo diese beiden Fehler sich aufheben, (vielleicht bei 25 bis 30° R.,) und oberhalb welcher der zweite, unterhalb der erste Fehler die Oberhand hat, doch nur bis zu 12 bis 15°, nämlich bis zur Lufttemperatur. Unter dieser summi-

*) Vergl. die vorige Anmerk. Auch die Gründe, welche aus Herrn Soldner's Berechnungen auf S. 57 für die Richtigkeit von Dalton's Versuchen von 0° bis 80° R. Temperatur folgen, verdienen hier berücksichtigt zu werden. d. H.

in sich die beiden Fehler, weil dann in der Barometerröhre nicht mehr Erwärmung, sondern Erkältung hervor zu bringen ist, sie folglich ihre natürliche Wärme an das umgebende Wasser abgeben, und thut sie das unvollkommen, etwas wärmer als das Wasser bleiben muß, wodurch ein größeres Resultat, als es sollte, hervor gebracht wird. Beim Punkte 0, das heißt also, wo das Wasser eben gefrieren wollte, war so die innere Röhre vielleicht noch um $\frac{1}{2}^{\circ}$ R. über dem Frierpunkte warm. Setzt man dazu noch den Fehler des constanten Ueberflusses, so ist kein Wunder, daß Dalton für 32° F. ein Resultat erhielt, wornach in dieser Temperatur sein eingebildeter Dampf 0,2 Zoll Quecksilber trug. *) Ich habe nicht Zeit genug, die Dalton'schen Resultate einzeln zu vergleichen, um den Einfluss beider angezeigten Hauptfehler

*) Dalton fülle seine umgebende Röhre mit Schnee von 4 bis 5° R, lasse ihn darin schmelzen, fülle darauf solchen Schnee nach, bis das Gefäß mit Wasser von 0° voll ist, werfe ferner etwas Kochsalz hinein, um die Temperatur wieder zu erniedrigen, und passe dann die Zeit ab, da alles die Temperatur 0 anzeigen wird; so kommt gewiss ein anderes Resultat zum Vorschein. Was noch da stehen wird an Quecksilberhöhe, ist die constante Größe für die übrig gebliebene Luft, welche für die übrigen Temperaturen berechnet, und von den übrigen Resultaten abgezogen werden könnte. So wäre am Ende eine Correction der Dalton'schen Versuche möglich.

auf den Gang dieser Resultate zu verfolgen, noch andern Fehlern nachzuspüren, die noch Statt gefunden haben mögen, wozu ohnehin eine detaillirte Beschreibung, als Dalton sie giebt, erforderlich wäre. Ich eile daher zum Theoretischen.

2. Von den Lehrrätzen Dalton's.

Gleich Seite 2 in Band XV der *Annalen* giebt uns Dalton die Hoffnung, daß wir die Gasarten einst durch Druck und Erkältung zerlegt erhalten werden. Wusste er denn nicht, daß Druck und Erkältung zwar den latenten, aber nicht den gebundenen Wärmestoff aus den Körpern herauslocken, *) daß dieser nur durch chemische Verwandtschaftsäußerungen frei werde. Aber diese Hoffnung paßt in eine Theorie, wo man Luft hat alle Verwandtschaften zu läugnen. Schade, daß diese Theorie mit den Naturerscheinungen so schlecht paßt. Hatte ferner Dalton nicht von de Lavoisier schon, und neulich durch die Wasserzerlegung vermittelt der Galvani'schen Electricität gelernt, daß der Wärmestoff nicht der einzige expandirende Stoff der Gasarten sey? Bei Aufstellungen von neuen Theorien muß man an so etwas denken. **)

*) Dalton erkennt diesen Unterschied nicht an. Vergleiche *Annalen*, XIV, 292. d. H.

**) Es geschieht, dünkt mir, Dalton Unrecht, wenn sein gelegentlich hingeworfener Gedanke, der mit seiner Theorie nichts zu thun hat, als ein Grundstein seiner Theorie behandelt wird. d. H.

Der Satz Seite 13, den wir Dalton's Versuchen verdanken, daß nämlich „bei gleichem Temperaturunterschiede der Unterschied in der Expansivkraft der Dämpfe aller Flüssigkeiten gleich A, in so fern von Temperaturen an gerechnet wird, bei welchen beide Dampfarten dieselbe Expansivkraft haben,“ ist schön, und ich glaube ihm sehr, weil er ohne die äußerste Genauigkeit in den Versuchen erwiesen werden kann. Ich schrieb gleich beim Lesen desselben ein *Bravo* an den Rand. Ein Satz ist wahrer Gewinn für die Wissenschaft und wird mir bleiben.

Was Dalton's neue Theorie über die Beschaffenheit gemischter Gasarten betrifft, die ich in Band XIII der Annalen, Seite 438 f., finde, so ist ein erster Grundsatz alt, nur so ausgedrückt, wie er wahrscheinlich in der Physik nie zu brauchen seyn dürfte. Denn von der Entfernung, (auch relativ,) der Kügelchen der Luftarten werden wir uns nie adäquate Begriffe machen können. Ueberhaupt ist mir jede Theorie verdächtig, welche solcher Bestimmungen bedarf. Sie sind nur hypothetisch, und ich sehe doch wahrlich nicht, wie sie aus Dalton's Versuchen folgen, wenn auch gegen diese Versuche selbst nichts einzuwenden wäre.

Der zweite Grundsatz, nach welchem nur die homogenen, nicht die heterogenen Theilchen gemengter elastischer Flüssigkeiten sich gegenseitig in der Ferne zurück stoßen sollen, der das Charakteristilobe der Dalton'schen Hypothese seyn soll,

und auch ist, — beruht in der That auf gar keinem Grunde, und folgt gar nicht aus Dalton's Versuchen. Die Reihe dieser Versuche kann vollkommen ohne diesen Satz bestehen, und es sollte mir nicht schwer fallen, mehrere leichte Hypothesen aufzustellen, welche die Sache erklären würden. Ich will bei einer einzigen verweilen, welche ich für die wahrscheinlichste halte. Ich habe schon irgendwo geäußert, daß es möglich wäre, daß das Oxygengas und das Azotgas nicht chemisch, sondern nur durch einen Grad von Adhäsion mit einander verbunden wären. Ich halte daher auch für besser, anzunehmen, (bis bestimmte Versuche uns überzeugt haben, von welchen man diese Annahme rechtfertigen kann,) daß einige Gasarten chemisch, andere nur durch Adhäsion vereinigt sind. Diese Idee ist weder neu, noch wichtig für den vorliegenden Fall oder für die Lehre der Hygrometrie. Aber die Adhäsion so weit zu nothzüchtigen, daß man sie den Gesetzen einer Repulsion oder des Wärmestoffes so unterwirft, daß nur die homogenen Theile sich repelliren sollen, die heterogenen nicht, — ist durchaus ganz neu und nicht zu erweisen. Diese Idee ist vielmehr die Frucht einer falschen Vorstellung, die man sich von der Wirkungsart der Elasticität macht. Dehnt die Wärme oder der freie Wärmestoff eine elastische Flüssigkeit aus, warum sollten die daneben liegenden Flüssigkeiten diesen Druck nicht empfinden? warum sollte die Wärme nicht gleichfalls jene Flüssigkeit ausdehnen?

igkeiten ausdehnen und einen Druck auf die andere zugleich bewirken? *) Die Dalton'sche Vorstellungsart reducirt sich auf ein dynamisches Spiel von Kräften, die in der Entfernung wirken, und als intolerante Sektirer die Gegenstände ihrer Liebe oder ihres Hasses willkührlich auffuchen. Jeder heterogene oder homogene Theil einer gemischten Flüssigkeit wird durch höhere Temperatur elastischer, drückt daher auf seinen Nachbar, ohne zu fragen, ob er von gleicher Religion ist oder nicht, so wie elastischere Luft auf Wasser und Queckfilber stärker drückt; und da die bisherigen Versuche meist gezeigt haben, daß alle Gasarten durch Wärme gleichmäfsig ausgedehnt werden, so muß die Summe der erhöhten einzelnen Elasticitäten der ganzen Elasticität der Mischung gleich seyn; und mehr beweisen doch Dalton's Versuche nicht.

Sie sehen also, daß Dalton, indem er behauptet, es sey absurd, anzunehmen, daß Gasarten durch chemische Verwandtschaft an einander gebunden seyen, da Gasarten nach der Vermischung gleiches Volum als vorher einnehmen, weit mehr aus seinen Versuchen folgert, als er darf. Er hätte sich vor solchen Ketzereien wohl gehütet, wenn, statt bloß eine Hypothese aufzufuchen, die mit der Rei-

*) Es kömmt Dalton, nicht mir zu, durch weitere Ausbildung seiner Hypothese, dieser Schwierigkeit wo möglich zu begegnen. d. H.

be seiner Versuche bestehen könne, Er die Natur gefragt hätte, ob sie eine solche Hypothese anerkenne. Was wird Er antworten, wenn man ihn daran erinnert, daß Ammoniakgas, welches alle Eigenschaften eines Gas hat, specifisch schwerer ist, als es nach den specifischen Gewichten des Stickstoffes und Wasserstoffes, woraus es besteht seyn sollte? und wenn man ihm zeigt, daß das durch electriche Funken zersetzte Ammoniak einen größern Raum in Qualität von freiem Wasserstoff und Stickstoff einnimmt, als zuvor? Wie wird er seinen Satz durch die vielen Verbindungen des Stickgas mit dem Oxygengas durchführen? Werden ihm da die Vergleichen mit den Polen des Magnets aushelfen; Vergleichen, die jederzeit so dienlich waren und von je her zu nichts dienten. Doch hierüber kein Wort mehr.

Die Nachricht, welche Dalton im Anhang (Annalen, XIII, 445,) über den Luftsäuregehalt der atmosphärischen Luft giebt, ist mir unverständlich. Ist $\frac{1}{16}\frac{1}{6}$ ein wirklicher Gehalt, den er an einer gewissen Portion der freien Luft gefunden hat, so heisst dieses nichts gesagt, denn dieser Gehalt variiert. Soll es aber die äußerste Gränze seyn, so widerspreche ich geradezu, und zwar auf Versuche gestützt, welche von keinem Physiker so genau als von mir angestellt worden sind, und deren Genauigkeit alles übertrifft, was man von Versuchen der Art kennt. Mein Instrument gab an der Scale unmittelbar $\frac{1}{5000}$ des Volums an.

Ich

Ich komme wieder auf Band XV Ihrer Annalen zurück, und zwar zu den Folgerungen, welche Sie Seite 65 für die Eudiometrie aus Dalton's Versuchen ziehn. Angenommen, es hätte mit diesen Versuchen seine völlige Richtigkeit, und die Wasserdämpfe befolgten in Verbindung mit der Luft ganz dasselbe Gesetz, als der reine Wasserdampf; so würde zwar der Satz daraus folgen, daß man auf den Zustand der Feuchtigkeit der Luft bei eudiometrischen Versuchen in thermometrischer und barometrischer Hinsicht nicht Rücksicht zu nehmen hätte; — aber, nicht zu vergessen, *so lange die Feuchtigkeit da ist und dieselbe bleibt*. Und da frage ich Dalton, Sie und alle Freunde des Wärmestoffs-Systems, was Feuchtigkeit ist. Ist's mein physischer Dunst, so haben Sie alle Recht; von ihm erkenne ich selbst den Satz für wahr und habe ihn in meiner Eudiometrie stillschweigend angenommen. Aber der chemische Dunst gehört unter diese Kategorie nicht. Wenn de Lüc's Versuche, wenn meine Versuche wahr sind, so enthält die Luft Wasser, das auf keine Hygrometer wirkt. Von diesem behaupte ich, daß es durch Zersetzung des Oxygengas niedergeschlagen wird. Dessen Daseyn hat also doch wohl auf Eudiometer Einfluß, und ich begreife nicht, in welchem Zusammenhange dieser Dunst mit den Dalton'schen Versuchen steht. *) Mein Eudiometer ist bis auf halbe Tau-

*) Herr Prof. Parrot kannte, als er diesen Aufsatz schrieb, offenbar noch nicht das zweite Stück des

señdtheilchen sicher, und ich sollte mich um 18 Tausendtheilchen geirrt haben! Ich habe in einer Luftportion einen Strom von Dampf sich bilden sehen, in der andern nicht; ich habe in der einen nasse Phosphorsäure und Wassertropfen an den Wänden des Gefäßes gesehen, in der andern kaum so viel Feuchtigkeit, als nöthig, um die Phosphorsäure an den Wänden des Gefäßes zu kleben; nach der Absorption fehlen mir in jenem 18 Tausendtheile des ganzen Raumes mehr als in diesem. Und man zweifelt an einem solchen Niederschlage. Sie wagen es nicht, in meinem Namen dem Publicum zu sagen, daß Clement und Desormes falsch experimentirt oder falsch geschlossen haben, als sie den Satz aufstellten, daß alle Gasarten gleich viel Wasser enthalten, *) und Sie übersetzen es aus Dalton's Abhandlung! [?] Hier muß der Freund

XVten Bandes der Annalen, worin sich Dalton's Versuche über die Verdunstung und meine Bemerkungen über diese Versuche finden. Ich glaube dort S. 147 diesen Zusammenhang, wie ich ihn mir denke, hinlänglich angegeben zu haben. d. H.

*) Eine kleine Beschwerde, die Herr Prof. Parrot über mich nicht würde geführt haben, wäre ihm damahls schon das zweite Stück zu Gesicht gekommen, wo ich seinen Widerspruch gegen die Versuche Clement's und Desormes S. 148 an der schicklichsten Stelle eingerückt, und auf ihn besonders aufmerksam gemacht habe, zugleich aber bemüht gewesen bin, diese Versuche mit denen von Sauffüre in Harmonie zu bringen. d. H.

des Wärmestoffs-Systems in der Lehre der Dünste durchaus wählen; entweder den Versuchen Clement's und Desormes trauen, oder Dalton's Theorie aufgeben. *)

Wollen Sie aber die Versuche der Schüler Morveau's auch einmahl widerlegen, ohne weitläufige Wege und viele Instrumente, so nehmen Sie eine Glasglocke, etwa $\frac{1}{4}$ Cubikfuß groß, füllen Sie mit Salpetergas, und lassen Sie die Glocke so gefüllt mehrere Tage über Wasser stehen. Behalten Sie dieselbe Temperatur, so erhalten Sie sehr wenig Niederschlag von Dunst, selbst durch die Einwirkung des Lichtstoffs. Lassen Sie aber so viel atmosphärische Luft hinzu, als zur Zersetzung nöthig ist, so werden Sie die Glocke mit Thaupern in ungeheurer Menge inwendig durchaus sich bedeckt sehen, *ungeachtet der Temperaturerhöhung*, die dabei Statt findet. Zwar giebt diese Luftart bei der Erkältung bis unter dem Frierpunkte mehr Niederschlag als jede andere Luft, (selbst die Luftsäure, wenn ich nicht irre, nicht ausgenommen;) aber nicht halb so viel, nicht $\frac{1}{4}$ so viel, als die Zersetzung bei einer Temperatur des äußern Mediums von 12 bis 15°. Dalton möge es versuchen, durch Polarität und Haarröhren dieses Phänomen zu erklären.

Ueberhaupt scheint es mir durchaus unbegreiflich, daß Dalton es übernehmen wollte, auf

*) Ich gestehe, dieses nicht einzusehen.

J. H.

diese Data eine Meteorologie zu bauen. Ich bitte Sie, die Reihe der meteorologischen und andere Phänomene in Gedanken durchzugehen, welche ich durch meinen Fundamentalsatz so leicht, ohne irgend einen andern Satz umzustossen, erkläre. In jener Theorie zerstöre ich nichts; ich baue nur auf, und nehme meine Materialien, wie sie mir die berühmtesten Physiker geliefert haben. Freilich brauche ich viel; aber wie heterogen sind nicht auch die Phänomene? Und muß man nicht die Eigenschaft, welche meine Theorie hat, so viele Theile der Physik, die, in Hinsicht auf Meteorologie, ohne Zusammenhang da lagen, zu einem Ganzen, das Einheit bei der größten Varietät darstellt, vereinigt zu haben, als eine Vollkommenheit derselben anerkennen? Dalton hingegen fängt mit Zerstörungen an, muß unlaugbare Facta ignoriren, die bewährtesten Vorstellungsarten umstossen, um uns ein Bruchstück aufzustellen, das auf die dunkeln, schwankenden, nichts sagenden Begriffe von Polarität und noch obendrein nur als Vergleichung gebraucht, sich stützt; ein Bruchstück, das nichts vereinigt und nichts erklärt.

Ich hoffe, daß diese Widerlegung, (es ist die dritte, zu welcher ich aufgefordert wurde,) die deutschen Physiker überzeugen wird, daß es nicht hinlänglich sey, um meine Theorie der Ausdunstung und des Niederschlages des Wassers in der Atmosphäre verdächtig zu machen, einzelne Sätze, wie Dalton, Clement und Desormes ge-

than haben, aus der Luft zu greifen, oder auf schlecht angestellte Versuchen zu gründen. Ich glaube nicht zu viel von meiner Theorie zu rühmen, wenn ich sage, daß sie für sich und direct geprüft zu werden verdiene. Der Herr Prof. Böckmann hatte einen Anfang dazu gemacht, wofür ich ihm nochmahls danke, und ich wünschte nichts mehr, als daß er oder ein anderer Physiker meine Versuche wiederholen möchte. Die einzige Bedingung, die ich zu machen mir erlaube, ist, daß man die Versuche mit eben der Umständlichkeit, als ich, beschreibe. Habe ich falsch gesehen oder schlecht experimentirt, dann falle meine Theorie. Aber nur durch diese Wiederholung der Versuche ist es möglich, die Wahrheit zu bestätigen. Meine sehr häufigen öffentlichen Geschäfte lassen mich nicht vor einem Jahre die nöthige Muße zu einer neuen Bearbeitung dieses wichtigen Gegenstandes hoffen. Ich muß also hierin um Unterstützung bitten, ohne deshalb mich von der Verbindlichkeit, diese Materie noch vollständiger zu bearbeiten, loszusprechen. Der Plan zu dieser Arbeit ist schon gemacht, die meisten Apparate sind auch schon da. Es fehlt an nichts als an Zeit.

VI.

LALANDE'S *neue Thermometerscale.* *)

Unsre bisherigen Thermometersalen glaubt der ehrwürdige Senior der Astronomen, der berühmte Lalande in Paris, als willkührlich, und nicht in der Natur der Sache gegründet, verwerfen zu müssen. Sein alter, achtungswerther Lehrer, Joseph Delisle, habe schon 1738 Versuche über die Ausdehnung des Quecksilbers durch Wärme angestellt, und er sie 1750 oft mit ihm wiederholt. Eine in Eis gesetzte Thermometerröhre ganz mit Quecksilber, das abgewogen wurde, gefüllt, und darauf in kochendes Wasser gesetzt, verlor hier stets auf $66\frac{1}{2}$ Unzen Quecksilber 1 Unze, welches in dieser Temperatur aus der Röhre floss. Das Quecksilber dehnt sich folglich, schliesst Lalande, bei einer Erwärmung vom Frostopunkte bis zum Siedepunkte des Wassers um $\frac{150}{18000}$ seines Volums aus; ein Grund, warum er den Abstand zwischen dem Frostopunkte und dem Siedepunkte, mit Delisle, in 150 gleiche Theile theilt, und so-Grade zu haben glaubt, welche die Natur selbst gebe, und die zugleich ganz in das System der Decimalmaasse passten. Den Nullpunkt seiner Scale setzt Lalande nicht mit De-

*) *Journal de Phys.*, t. 57, p. 457.

isle beim Siedepunkte des Wassers; das sey wieder die Natur, da eine solche Temperatur nirgends auf der Erde vorkomme; eben so wenig beim Frostpunkte des Wassers: sondern mit Micheli bei der *mittlern Temperatur von Paris*, wie sie aus mehrthrigen Beobachtungen sey berechnet worden, das ist, bei $9\frac{1}{2}^{\circ}$ nach der Reaumurischen Scale. *) Das

*) Lalande verweist hierbei auf Cotte's Untersuchung über diese mittlere Temperatur im *Journ. de Phys.*, 1792, Dec., p. 433. Es wird den meisten Lesern nicht unangenehm seyn, wenn ich die Hauptsache aus dieser Untersuchung hierher setze. Die damalige Akademie hatte beschlossen, die mittlere Temperatur des Klima von Paris solle als Temperatureinheit für die neuen Maafsbestimmungen dienen, und sie sey aus den Thermometerbeobachtungen zu bestimmen, welche man seit 150 Jahren ununterbrochen in Paris angestellt habe. Cotte, dem die Akademie diese Berechnung übertrug, bemerkt indess mit Recht, daß diese auf der Nationalsternwarte angestellten Beobachtungen dazu nicht brauchbar sind, da vor Reaumur die Thermometer nicht harmonirten, und von Reaumur bis 1776 ein Weingeistthermometer zu den meteorologischen Beobachtungen auf der Sternwarte gedient habe. Er zieht daher die Beobachtungen vor, welche Messier theils im *collège de France*, theils im *Hotel de Clugni* zu Paris von 1763 bis 1791 mit vortrefflichen Quecksilberthermometern gemacht habe. Zwar habe er schon an mehreren Orten Resultate aus diesen Beobachtungen bekannt gemacht, wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes habe er,

sey zugleich die Temperatur der Höhle unter der Nationalsternwarte *) und die natürliche Erdwärme. Diese neue Scale gewähre noch den Vortheil einer leichten Uebersicht der merkwürdigsten Temperaturen. Nach ihr sey die mittlere Wärme in unsern gewöhnlichen Sommern, und die mittlere Kälte in unsern gewöhnlichen Wintern gleichmäfsig 50° . 40° zeige grofse Wärme oder Kälte an; 50° die Hitze am Senegal und eben so die heftige Kälte in den Wintern von 1709, 1776 und 1778; u. s. f. — Zwar habe man ihm im Nationalinstitute am 14ten Nov. 1803 eingewendet, *erstens*, er habe bei

sie indess nochmahls berechnet, und zwar nach Beobachtungen, die bis ans Ende des Jahres 1791 reichen. Folgendes sind die Resultate dieser Beobachtungen:

	mittl. Temp.		mittl. Temp.
Januar	$1^{\circ},6$ R.	Julius	$17^{\circ},1$
Februar	4	August	$17,1$
März	5,1	September	$14,1$
April	8,4	October	9,6
Mai	12,7	November	5,7
Junius	15,6	December	3,2
<hr/>		<hr/>	
1stes halbes Jahr	7,9	2tes halbes Jahr	11,1

Nach 29jährigen Beobachtungen, die täglich 3 Mahl, (Morgens, Mittags, Abends,) angestellt wurden, ist folglich die *mittlere Temperatur des Klima von Paris* genau $9^{\circ},5$ des Quecksilberthermometers mit *Reaumur's* Scale. d. H.

*) Nicht ganz genau; vergl. *Annalen*, III, 217, Anm. d. H.

keinen Versuchen nicht auf die Ausdehnung des Glases gesehen; wäre das geschehn, so würde er eine grössere Dilatation des Quecksilbers als um $\frac{150}{1000}$ erhalten haben: *zweitens*, die innere Wärme der Erde sey in Aegypten viel grösser als $9^{\circ},5$. Allein da auch in allen Thermometerbeobachtungen das Glas zugleich mit dem Quecksilber ausgedehnt werde, so habe er die Differenz beider Ausdehnung zur Bestimmung der Scale nehmen müssen, nicht die Ausdehnung des Quecksilbers allein, die man nie beobachte. Ueber dies halte die mittlere Temperatur des Klima in Paris in der That das Mittel zwischen den Temperaturen aller Länder, wo man beobachtet; noch sey das eine Temperatur, bei welcher man in allen Theilen der Welt weder Wärme noch Kälte empfinde, und die daher jedermann zuträglich sey.

Lalande schliesst mit einer Vergleichung seines Thermometers, welches Mossy in Paris fertigte, mit dem Reaumurischen, aus welcher ich nur einige Zahlen entlehne. Es harmoniren:

Reaum.	Lalande.	
80°	132,8°	Siedepunkt des Wassers
36	49,9	Hitze am Senegal
32	42,3	Sommer 1753, 65, 93
30	38,5	Blutwärme
26	31	mittl. Sommerwärme in Paris
25	29,1	unter d. Aequator auf d. Meere
23	25,3	kalter Sommer in Paris
20	19,7	

Reaum.	Lalande.	
19	17,9	Seidenwürmer
15	10,3	Treibheete
10	1	
9,5	0	mittlere Temperatur
0	— 17,9	Frostpunkt
— 4	25,4	gelinder Winter in Paris
7	31	mittlerer
11	38,6	1740
14	44,2	künstlicher Frostpunkt
18	50,8	1788 Winter in Paris
30,6	74,4	das Quecksilber friert

Dafs Lalande's Scale nicht minder willkürlich als die bisherigen ist, da sie nicht Gräde *wahrer Wärme* anzeigt, und dafs sie daher unsre Thermometersprache ohne Nutzen noch mehr verwikeln würde; dieses glaube ich hier nicht erst weitläufig beweisen zu dürfen.

der Herausgeber.

VII.

VERSUCHE UND BERECHNUNGEN
über die Temperatur, bei welcher Wasser die grösste Dichtigkeit hat, und über die Ausdehnung des Quecksilbers durch Wärme,

VON

G. G. H Ä L L S T R Ö M,
Professor der Physik zu Abo. *)

Herr Prof. Hällström hat seine Beobachtungen und Berechnungen über die Raumsveränderung des Wassers in den Temperaturen von 0° bis $+20^{\circ}$ Celsius, (0° bis 16° R.,) in einer seiner neuesten Disertationen bekannt gemacht. **) Er bestimmt die Veränderungen durch Abwägen eines gläsernen Körpers im Wasser und bringt die Ausdehnung des

*) Die folgende Notiz von diesen interessanten Untersuchungen des Prof. Hällström, welche eine Fortsetzung der in den *Annalen*, XIV, 297, mitgetheilten sind, und in ihrem Zusammenhange dem deutschen Publicum ausführlich bekannt gemacht zu werden verdienen, verdanke ich Herrn Adj. Droyßen in Greifswald. d. H.

**) *Disertatio physica de mutationibus voluminis aquae destillatae, intra temperaturam congelationis et vicesimi gradus in therm. centesim., Praef. Hällström, Resp. Hulthin, Aboae 1802.*

Glases mit in Rechnung. *) Er findet, daß, ohne Rücksicht auf die Ausdehnung des Glases, das Wasser die größte Dichtigkeit bei $+ 5$ bis 6° (4 bis $4,8^{\circ}$ R.,) habe; daß dies aber schon bei $+ 4$ bis 5° , ($3^{\circ}, 2$ bis 4° R.,) eintrete, wenn auf die Ausdehnung des Glases Rücksicht genommen wird. **) Seine Beobachtungen stimmen mit seinem Calcul merkwürdig überein.

In einer andern Disfertation ***) hat Herr Prof. Hallström die Ausdehnung des Quecksilbers in den Temperaturen vom Frostopunkte bis zum Siedepunkte des Wassers, oder von 0° bis 100 Celsius genauer zu bestimmen gesucht. Er bediente sich hierzu eines gewöhnlichen Quecksilberthermometers und nahm besonders mit auf die Ausdehnung des Glases Rücksicht. Es werden bei 0° und n Temperatur die correspondirenden Höhen des Quecksilbers a und a_e gemessen, (nämlich von dem Ende

*) Vergl. *Annalen*, XIV, 299 f.

**) Dalton, (*Annalen*, XIV, 294,) der auf die Ausdehnung des Glases nicht Rücksicht nahm, fand die größte Dichtigkeit des Wassers bei $42,5^{\circ}$ F. $= 4\frac{2}{3}^{\circ}$ R., und von 41° bis 44° einschließlic, fast unmerkbar. Auch seine Beobachtungen möchten daher nach Hallström wegen der nicht mit in Rechnung gebrachten Ausdehnung des Glases zu verbessern seyn. d. H.

***) *Disfertatio physica de expansione Hydrargyri a Calorico*, Praef. Hallström, Resp. Claesson. Aboae 1803.

der Röhre bei der Kugel an;) über dies der Halbmesser der Röhre $= r$ und der Kugel $= \rho$ angenommen. Nun verhalten sich*) die Längen des Glases bei 0° und bei n° Temperatur wie $1 : 1 + \frac{(325 + 2n) \pi}{62500000}$ und in diesen Wärmegraden mögen die Volumina des Quecksilbers seyn wie $1 : 1 + x$. Setzt man $n' = 1 + \frac{(325 + 2n) \pi}{62500000}$, so wird daher $1 + x = \frac{4\rho^3 (1 + n^3)^3 + 3r^3 a' (1 + n')^3}{4\rho^3 + 3r^3 a}$. Oder wenn $r' = \frac{4\rho^3}{3r^3}$; so ist $1 + x = \frac{r'(1 + n')^3 + a^3 (1 + n')^3}{r^3 + a}$.

Um nun die GröÙe r' zu bestimmen, wurden Versuche angestellt. Herr Prof. Hallström bediente sich dazu einer schönen hydrostatischen Waage von Hurter in England, welche bei 0,01 Gran Anschlag gab. Dadurch wurde das Gewicht des Quecksilbers p , welches bei 0° Temperatur die Thermometerkugel und Röhre bis zur Länge b erfüllte, so wie, nachdem etwas Quecksilber ausgeklopft war, das Gewicht des Restes p' , welcher Kugel und Röhre bis zur Länge b' , bei 0° Temperatur, einnahm, bestimmt. Dadurch war nun auch das Gewicht $p - p'$ in der Länge der Röhre $b - b'$ bestimmt; dessen Raum, (wenn $1 : \pi$ das Verhältniß des Durchmessers zur Peripherie des Kreises ausdrückt,) $= \pi r^2 (b - b')$ ist.

*) Nach Herrn Hallström's *Disertatio de interpolatione pro determinanda vitrei dilatatione a calórico*. Åboae 1801. Vergl. *Annalen*, XIV, 299.

Ferner haben wir $b - b' : b = p - p' : \frac{b(p - p')}{b - b'}$
 $=$ dem Gewichte des Quecksilbers in der Röhre
 von der Länge b .

Also wird das Gewicht des in der Kugel enthal-
 tenen Quecksilbers gefunden $= p - \frac{b(p - p')}{b - b'} =$
 $\frac{bp' - b'p}{b - b'}$, dessen Raum ist $= \frac{4}{3} \pi r^3$. Und da die
 Gewichte homogener Körper, bei gleicher Tem-
 peratur, den Räumen proportional sind; so ist
 $p - p' : \frac{bp' - b'p}{b - b'} = \pi r^2 (b - b') : \frac{4}{3} \pi r^3$. Dar-
 aus findet er $\frac{4r^3}{3r^2} = r' = \frac{bp' - b'p}{p - p'}$.

Substituirt man diesen Werth, so wird der ge-
 suchte Werth von $1 + x$ gefunden $=$

$$\frac{((1 + n') (bp' - b'p) + a' (p - p')) (1 + n')^2}{bp' - b'p + a (p - p')}$$

Nun wurden mit 6 Thermometern Versuche
 und Messungen angestellt, und aus ihnen gab die
 Mittelzahl $x = 0,017583$, welches er für den ge-
 nauesten Werth der Ausdehnung des Quecksilbers
 vom Frostopunkte bis zum Siedepunkte des Wassers
 oder von 0 bis 100° Cels. Temperatur hält, wenn
 das Volumen des Quecksilbers bei 0° $= 1$ ist. *)

*) Ein Resultat, welches von dem bedeutend ab-
 weicht, das Lalande im vorigen Aufsatze für
 das Resultat der Versuche Delisle's und der sei-
 nigen ausgiebt; und schwerlich möchte diese Ab-
 weichung bloß der Ausdehnung des Glases zuzu-
 schreiben seyn. d. H.

VIII.

*Eine Bemerkung über den Schwefel-
Kohlenstoff,*

vom

H E R A U S G E B E R.

Clement und Desormes haben bei ihren Untersuchungen der merkwürdigen von ihnen zufällig entdeckten chemischen Verbindung des Schwefels mit dem Kohlenstoffe, in Gestalt einer Flüssigkeit, die zu den flüchtigsten gehört, welche wir kennen, (*Annalen*, XIII, 73 f.) den Siedepunkt dieser Flüssigkeit zu bestimmen, zwar verabläumt, dafür aber einen Versuch über die Elasticität der Dämpfe derselben, bei 10° R. Wärme und bei 28 *pt.* Zoll Barometerstand, angestellt, (*Annalen*, XIII, 89,) aus welchem ich, mittelst Dalton's Gesetze der Verdampfung verschiedenartiger Flüssigkeiten, den Siedepunkt des liquiden Schwefelkohlenstoffs in den *Annalen*, XIV, 37 f., berechnet, und zwar bei 108° F. = $33\frac{7}{8}^{\circ}$ R. gefunden habe.

Schon 1796, also viel früher, als Clement und Desormes ihre Versuche anstellten, hatte Herr Prof. Lampadius in Freiberg bei einer Destillation von Schwefelkiesen mit Kohle eine äußerst flüchtige Flüssigkeit erhalten, auch schon einige ihrer Eigenschaften in Gren's *neuem Journal der Physik*, B. 3, S. 304, bekannt gemacht.

Das Gläschen, voll dieser Flüssigkeit, welches er damahls dem seligen Gren überschickte, besitze ich noch jetzt unter Gren's hinterlassenen Präparaten. Umsonst versuchte es indess Herr Prof. Lampadius, weiterhin diesen Stoff wieder zu erzeugen, und konnte sich daher über die Natur desselben nicht belehren. Vor kurzem rief der Geruch eines verkieften Holzes ihm jene Flüssigkeit wieder in das Andenken, und in der That gelang es ihm, sie sich durch Destillation dieses verkieften Holzes aus einer irdenen Retorte, (aus 1 Pf. 2 Unzen,) wieder zu verschaffen, so wie auch in Mengen von 7 bis 9 Drachmen durch Destillation von 4 Unzen Kies mit 1 Unze bituminösen Holzes, oder mit so viel Braunkohle, oder Steinkohle, oder fichtenen Holzspänen, oder Kohlenblende. Sie erschien, wenn die Retorte zum stärksten Glühen kam, und fiel dann in feinen dünn-flüssigen Tropfen im Wasser der Vorlage nieder, mit brenzlichem Oehle vermischt, (den Fall mit Kohlenblende ausgenommen, von dem man sie durch Destillation über Wasser aus einer Glasretorte bei Lampenfeuer reinigen kann, worauf sie ganz wasserhell wird. Herr Prof. Lampadius giebt von dieser Flüssigkeit folgende Eigenschaften an: 1. einen durchdringenden Geruch; 2. große Flüchtigkeit und Erzeugung heftiger Kälte beim Berühren; „3. sie siedet bei 32° R. bei einem Barometerstande von 26'' 6''';" 4. hat zum specifischen Gewichte 1,3; 5. ist sehr leicht entzündlich, durch den schwächsten electrischen

und

und Galvani'schen Funken, und giebt 6. als Produkt des Verbrennens sehr viel Schwefelsäure, und etwas Wasser, „aber Kohlensäure konnte Herr Prof. Lampadius bis jetzt noch nicht darin finden;“ 7. die Flamme ist lang, blau und ohne allen Ruß; 8. sie bricht das Licht außerordentlich stark; 9. etwas davon löst sich in Wasser auf, und giebt dann diesem alle Eigenschaften des Schwefelwasserstoff-Wassers; 10. sehr leicht vermischt sie sich mit Alkohol; und 11. löst sie den Phosphor ohne Wärme in Menge schnell auf, ohne daß die Auflösung auf Wasser leuchtet. (*Neues allgemeines Journal der Chemie*, B. 2, S. 192.)

Herr Prof. Lampadius ist geneigt, nach diesen Eigenschaften den Stoff für einen andern als Desormes Schwefel-Kohlenstoff zu halten, besonders weil er nach 6 und 9 viel Wasserstoff zu enthalten scheine, und nach 7 beim Verbrennen keine schwarze verbrennliche Kohle, wie jener, hinterließ. Er nennt ihn inzwischen, bis er seine Bestandtheile werde erforscht haben, Schwefelalkohol; ein, wie es mir scheint, nicht recht schicklicher Name.

Vergleicht man diese Eigenschaften mit denen, welche Desormes am Schwefel-Kohlenstoffe fand, so zeigt sich, daß beide Flüssigkeiten genau übereinstimmen in 1, 2, 5, (*Ann.*, XIII, 84,) in 11 und 9, (*das.*, 91;) im specifischen Gewichte, das auch Desormes auf 1,3 bestimmt, welches ihm aber zu variiren schien, (*das.*, 85;) und endlich im Sie-

depunkte, da eine Flüssigkeit, welche unter $26'' 6'''$ Druck bei 32° R. kocht, unter einem Luftdrucke von $28'''$ Barometerhöhe, (der von Herrn Soldner oben S. 65 entwickelten Formel gemäß,) bei $33^{\circ},22$ kochen würde; welches $33\frac{7}{8}^{\circ}$ so nahe kommt, als bei Versuchen dieser Art kaum zu erwarten ist. Diese sehr genaue Uebereinstimmung in den zuverlässigsten Charakteren läßt wohl kaum noch zweifeln, daß der Stoff des Hrn. Prof. Lampadius kein anderer als Desormes Schwefel-Kohlenstoff sey, und läßt vermuthen, daß genauere Untersuchungen auch zwischen den übrigen zweifelhaften Eigenschaften völlige Uebereinstimmung geben werden; besonders, da Herr Prof. Lampadius mit einer durch eine zweite Destillation gereinigten, völlig wasserhellen Flüssigkeit, Desormes dagegen mit der nicht geläuterten, meist gelbgrünlichen Flüssigkeit, (*Annalen*, XIII, 84,) welcher wahrscheinlich noch der von erstem bemerkte Antheil brenzlichen Oehls beigemischt war, experimentirt hat. Aus diesem Umstande würde sich besonders erklären, wie Desormes beim Verbrennen der Flüssigkeit einen Rückstand an schwarzer Kohle erhalten konnte, den Prof. Lampadius nicht wahrnahm.

IX.

A U S Z U G

aus einem Briefe von Herrn RICHARD
CHENEVIX, Esq., Mitgliede d. Londn.
Societät, an den Herausgeber.

Freiberg den 28sten April 1804.

— — Ich habe mit vielem Interesse den vortrefflichen Aufsatz Ritter's über den Galvanismus der Metallgemische gelesen, der sich in dem diesjährigen dritten Stücke Ihrer Annalen findet. Jeder pflegt einen Gegenstand von der Seite aufzufassen, mit der er am meisten sich zu beschäftigen gewohnt ist; und so hatte ich allgemeine Untersuchungen über die chemischen Verwandtschaften der Metalle angefangen. Ich werde Herrn Ritter vorschlagen, vergleichende Versuche mit Metallgemischen, die durch *chemische Mittel*, und solche, die durch gewöhnliche Schmelzung gemacht sind, zu unternehmen. Denn die Metalle verbinden sich mit einander auf diesem Wege nur bis zu gegenseitiger Sättigung. Noch bin ich nicht weit in meiner Arbeit vorgeschritten; doch habe ich schon einige interessante Thatfachen.

Man hegt noch Zweifel über die Natur des *Palladiums*! Desto besser. Das Zweifeln hat schon zu mancher Entdeckung geführt. Was mich betrifft, so kann ich nicht zweifeln, denn ich habe gesehen. Ich habe hinlänglich erinnert, wie schwierig es ist,

diese Metallmischung hervor zu bringen, und wie viel Zufälligkeiten man bei jedem Versuche gegen sich hat. Beharrt man indess nur, so wird es gelingen, wie es mir gelungen ist. In England hat der Mensch, der das Palladium gemacht hat, gegen meine Versuche eine Erklärung ausgehen lassen (*reclamé*), aber erst *nach acht Monaten*, und erst nachdem Wollaston einige Zweifel gegen sie geäußert hatte, weil es ihm nicht mit dem ersten Mahle gelungen war, das Palladium zu machen. — Richter in Berlin gesteht, dals er eine Verbindung von Platin und Quecksilber gehabt habe, die in den grölsten Graden der Hitze nicht zu zerletzen gewesen sey. *Von allen, welche über diese Materie geschrieben haben, hat Richter den wahren Gesichtspunkt am besten gefast.*

Erlauben Sie, dals, wenn ich einige Resultate haben werde, die Herrn Ritter interessiren können, ich Proben der verschiedenen Produkte, mit denen ich von ihm Versuche angestellt zu sehn wünschte, durch Ihre Hand gehn lasse. In dem Aufsatze Ritter's kömmt nichts von *Tendenz, Polarität, Identität, Indifferenz* und dergleichen mehr vor. Sollte er glücklicher Weise auf diese Phantasmata Verzicht geleistet haben?

Ich habe die *Versuche Winterl's wiederholt*. Kaum hätte ich es für möglich gehalten, dals jemand in solche Irrthümer verfallen könne. Ich habe davon einen Bericht in den *par. Annales de Chimie* erstattet.

X.

Eine kleine akustische Entdeckung.

Als ich mich vor kurzem mit Versuchen über das *Nachklingen* angeschlagener Körper beschäftigte, und nach der Secundenuhr beobachtete, wie lange dieselbe in den verschiedenen stufenweise verminderten Entfernungen des Körpers vom Ohre hörbar blieb, (wovon die Resultate hier nicht zu meinem Zwecke gehören,) machte ich eine akustische Entdeckung, welche einer kurzen Mittheilung werth zu seyn scheint, weil sie, (meines Wissens wenigstens,) neu ist, und in ein Fach der Physik gehört, worin vorzüglich noch mehr Erfahrungen zu wünschen, und auch Kleinigkeiten noch nicht zu verschmähen sind.

Unter den Körpern, welche ich zu diesen Versuchen nahm, waren auch Rectangelscheiben von Glas und Metall, welche ich zu den Chladni'schen Versuchen gebraucht hatte, und welche, gehörig gehalten und angeschlagen, außer dem ersten harten Schalle des Anschlags einen sanften flötenartigen Nachklang geben, der langsam abnimmt, und wenn er in einer Entfernung von z. B. zwölf Zoll schon ganz verschwunden ist, in einer Nähe von sechs Zollen bis zu einem Zolle noch wieder deutlich gehört wird.

An diesem leisen Nachklange nun machte ich eine Bemerkung, die anzuzeigen scheint, *dass es vor*

dem Ohre eine Stelle giebt, wo ein leiser Klang nicht empfunden wird, ungeachtet derselbe Klang in derselben Entfernung ausserhalb dieser Gegend vollkommen hörbar ist, — ungefähr so, wie, nach dem bekannten Mariott'schen Versuche, auf der Netzhaut des Auges die Stelle, wo der Sehnerv eintritt, nicht empfindet, (wiewohl ich übrigens noch eine solche Analogie nicht weiter geltend machen will.)

Da das feine Phänomen der Bemerkung so leicht entwischt, so will ich die Art der Beobachtung etwas näher angeben; man kann sonst tausend Mal klingende Körper vor das Ohr halten, und es nicht bemerken.

Man nehme also einen schwach nachklingenden Körper, wie eine Stimmgabel, eine gabelformig gebogene Glasröhre, einen Glasstreifen, oder, (was man am ersten bei der Hand haben wird,) einen verjüngten Maassstab von Messing aus einem Reisszeuge, oder ein messingenes oder eisernes Lineal. Eine solche Metallplatte lasse man, damit sie nachklinge, mit der Spitze des Daumens und Zeigefingers in der Mitte ihrer breiten Seitenflächen, — man kann durch einige Versuche die beste Angriffsstelle, wobei die Platte am reinsten nachklingt, leicht finden.

So halte man die Platte etwa mit der linken Hand vor das linke Ohr, in beliebiger, jedoch nicht zu grosser Entfernung, damit das Nachklingen noch deutlich zu hören sey; am besten die schwache Seite

dem Ohre zugekehrt, in senkrechter oder horizontaler Lage.

Nachdem sie mit einem Messerhefte oder dergl. angeschlagen worden, bewege man sie vor dem Ohre hin und her. Hält man sie senkrecht, so mache man die Bewegung vor dem Ohre vorbei, in horizontaler Richtung; hält man sie horizontal, so mache man die Bewegung in verticaler Richtung.

Wenn man, bei gehöriger Stille, aufmerkt, so wird man finden, *dass in dem Momente, in dem die Platte im Vorbeiführen mitten vor dem Ohre ist, der leise Ton verschwindet, und weiterhin wieder erscheint.*

In sehr geringer Entfernung der Platte vom Ohre, z. B. von einem Zolle, ist der Ton stärker, und das Verschwinden eben deshalb merklicher; doch ist es auch in einer Entfernung von sechs Zollen noch nicht unmerklich.

Bei einiger Uebung kann man die Platte in der Verschwindungsstelle ein Paar Secunden still halten, da dann der Ton so lange ausbleibt, und wieder erscheint, wenn man die Platte weiter führt.

Um die Lage der Verschwindungsstelle zu bestimmen, braucht man nur die Platte, wenn der Ton verschwunden ist, gerade gegen das Ohr zu führen, und sie an dasselbe anzudrücken; dies in der senkrechten und in der horizontalen Lage gethan, giebt die Linien auf der Fläche des Ohrs, die sich dicht hinter und über dem vordern Blatte, (*tragus*,) der Oeffnung des Gehörganges gegen über,

durchschneiden. Sie sind in der hier beigefügten Figur 2, Taf. I, mit *AB* und *DE*, und der Durchschnitt mit *C* bezeichnet. Man denke sich diese Linien an beiden Ohren und ziehe in Gedanken die Linie von einem Durchschnittspunkte zum andern, d. h. die Querachse des Kopfs zwischen den Ohröffnungen. In dieser beiderseits verlängerten akustischen Achse scheint die Verschwindungsgegend zu seyn.

Die Ausdrücke: Punkt, Linie, Ebene, sind hier übrigens nicht gerade im strengsten geometrischen Sinne zu nehmen; denn eine kleine Verrückung verträgt die Platte, ohne aus der Verschwindungsstelle zu kommen; vielleicht aber kaum $\frac{1}{10}$ Zoll.

Wird die Platte in der Verschwindungsstelle selbst angeschlagen, so hört man nur den harten Schall des Anschlags, und auch diesen gleichsam erstickt und etwas unangenehm für das Trommelfell; hingegen nichts von dem sanften Nachklingen, — welches aber dann sogleich erscheint, wenn man die Platte etwas seitwärts rückt.

Da die Erfahrung zu den feinem akustischen Wahrnehmungen gehört, so fürchte ich freilich, daß sie nicht jedem sogleich gelingen werde; indessen werden aufmerksame und geduldige Beobachter sich gewiß bald überzeugen, daß sie richtig und keine Täuschung ist. Ich selbst habe sie durch sehr oft und zu verschiedenen Zeiten wiederholte Versuche bestätigt, und einer meiner Bekannten, der auch ein geübtes Gehör hat, findet Alles eben so,

wie ich. Uebrigens ist die Sache nichts weiter als eine physikalische Bagatelle, die ich aber doch auch von andern Physikern bestätigt und erklärt sehen möchte. Ich glaubte anfangs, daß bloß die Hervorragung des *tragus* oder *antitragus* der Grund sey; allein das fiel von selbst weg, da ich die Lage der Verschwindungsstelle genauer bestimmte.

Deffau

den 19ten April 1804.

Gerhard Ulrich Anton Vieth,
Director und Professor der Mathematik.

XI.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGE

*der zweiten Teyler'schen Gesellschaft zu
Haarlem auf den 1sten April 1805.*

„Was kann man über die Identität des Lichtstoffs mit dem Wärmestoffe aus den darüber angestellten Versuchen mit Grund bestimmen?“

Der Preis ist eine goldene Medaille, 400 holl. Gulden werth. Die Preisschriften können in holländischer, lateinischer, französischer oder englischer Sprache verfaßt, müssen aber mit lateinischen Lettern geschrieben seyn.

XII.

PREISVERTHEILUNG UND PREISFRAGEN

der

Göttinger Societät der Wissenschaften.

Die mathematische Klasse der Societät hatte für den November 1803 die Hauptpreisfrage auf Untersuchungen über die Erwärmungsfähigkeit der Körper in dem Sonnenlichte gesetzt, (*Annalen*, IX, 253.) Sie erhielt über diesen Gegenstand 2 Abhandlungen. Die eine, mit dem Motto: *Homo naturae minister et interpres*, lief, zwar spät, aber noch vor dem Einsendungstermine, ein, nachdem der Verfasser schon einige Zeit vorher das vollständige Tagebuch seiner mit sehr viel Genauigkeit und Sorgfalt angestellten Versuche, nebst einem Kasten, worin eine Probe der von ihm gebrauchten Thermometer und vieler Metall- und anderer Kugeln befindlich war, eingeschickt hatte. Die Societät bemerkte sehr bald, daß den so mühsamen und kostspieligen Versuchen über jenen Gegenstand sich ein sehr einsichtsvoller und thätiger Naturforscher unterzogen hatte, und der Gegenstand selbst so bearbeitet war, daß durch Absonderung der brauchbaren Versuche von den zweideutigen und durch Nebenumstände verstellten, und durch eine genaue Beschreibung der bei den Versuchen angewandten Apparate, Vorrichtungen und Hülfsmittel, alles geleistet war, was den Wünschen der Societät entsprechen könnte.

Die Versuche hat der Verfasser mit 66 verschiedenen Körpern, namentlich Gold, Silber, Blei, Kupfer, Zinn, Zink, Quecksilber, Wismuth, Messing, Eisen, Antimonium, Nickel; Mischungen aus Kupfer und Blei, Zinn und Blei und verschiedenen andern Metallen;

Kalk- und Sandstein, Glas, Schwefel, Phosphor, weißem Wachse, Elfenbein, Molybdän; schwarzer, rother und weißer Kreide; Gyps, verschiedenen Thonarten, gelbem Ocher, Ziegelstein, schwarzem Horn, 18 verschiedenen, zum Theil ausländischen, Hölzern; Büchen- und Tannenkohle; Alkohol; Terpenthinöl; Schwefelsäure; Mandelöl; Salpetersäure; Fett; rothem Quecksilberpräcipitat; Samen Lycop. und Wasser, angestellt, und hierbei oft mehrere Stunden lang von Minute zu Minute den Gang ihrer Erwärmung in dem Sonnenlichte beobachtet. Auch hat er sorgfältig die absoluten und specifischen Gewichte der angewandten Körper bestimmt, und bei jedem Versuche, der alle Mal mit 6 Körpern zugleich angestellt wurde, den Zustand der Atmosphäre angegeben: Thermometerstand im Schatten und im Sonnenlichte, Barometerhöhe, Beschaffenheit des Windes, Feuchtigkeit der Luft, und was sonst auf die Versuche Einfluß haben konnte. Den Körpern selbst hat er die zu gegenwärtigem Zwecke bequemste Form einer Kugel, (von etwa 1 pariser Zoll im Durchmesser,) gegeben, und sie mit einer cylindrischen, bis in den Mittelpunkt hinab gehenden, Höhlung versehen, um die Kugel eines sehr empfindlichen Thermometers aufzunehmen. Das Uebrige der Höhlung wurde dann mit einer Art von Pfropf verschlossen, der gleichfalls cylindrisch, und aus zwei Stücken dergestalt zusammen gefügt wurde, daß er die Röhre des Thermometers umfaßte. Er diente so zugleich zur Befestigung des Thermometers, daß es mit dem Körper selbst an ein schickliches Gestell aufgehängt werden konnte. Der Pfropf bestand, wo es anging, immer aus der Materie des zu untersuchenden Körpers selbst, und der Zwischenraum zwischen dem Pfropfe und der Thermometerkugel wurde auch noch mit Spänen und Pulvern von derselben Materie angefüllt.

Der Verfasser bemerkte bei der wirklichen Anstellung der Versuche sehr bald, daß der verschiedene Glanz der gebrauchten Körper, zumahl der Metalle, einen erheblichen Einfluß auf ihre Erwärmungsfähigkeit im Sonnenlichte hatte. Er hat daher auch eine Menge von Versuchen angestellt, wo diesem Nebenumstande dadurch abgeholfen wurde, daß er die Kugeln mit Tusche schwarzte, und folglich ihre Oberfläche in Absicht auf die Zurückwerfung des Sonnenlichtes durchaus in einen gleichen Zustand versetzte, welches für die wahre und eigenthümliche Erwärmungsfähigkeit ihrer Masse von großer Wichtigkeit war. Bei andern Versuchen wurden die Kugeln auch mit einer weißen Farbe überzogen. Die Resultate seiner Versuche sind auf diese Art nach den verschiedenen Zuständen der Oberfläche der angewandten Körper geordnet. Flüssige Materien wurden in dünne Glaskugeln eingeschlossen, wobei denn freilich die ganz reine Erwärmungsfähigkeit derselben, wegen der Glashülle, nicht unmittelbar, sondern erst durch Hülfe einiger Nebenbetrachtungen gefunden werden konnte, so wie man denn überhaupt leicht einsieht, daß mit mehrern Versuchen Rechnungen verbunden werden mußten, um die comparativen Verhältnisse der Erwärmung, den größten Grad der Wärme, u. dgl., gehörig zu erhalten. Auch wurden einige Versuche über die allmähliche Abnahme der Wärme, welche die Körper in dem Sonnenlichte erhalten hatten, angestellt, woraus sich die Folgerungen in Absicht auf die Wärmeleitungsfähigkeit der Körper machen lassen, die der Verfasser noch in einer zweiten Abhandlung mittheilen will, die zwar eigentlich die Preisfrage selbst nicht betrifft, aber doch sonst von Wichtigkeit seyn wird. Denn da die Erwärmung der Körper durch das Sonnenlicht wahrscheinlich durch eine Capacitätsänderung der Körper, oder, wenn man will, durch einen che-

I. e. mischen Einfluß des Sonnenlichtes hervor gebracht wird; so läßt sich erwarten, daß, wenn sich die im Sonnenlichte erwärmten Körper wieder abkühlen, und also die entstandene sensible Wärme, wenigstens zum Theil, wieder in specifische oder gebundene übergeht, die Erkaltungsgeetze ganz anders ausfallen müssen, als wenn Körper bloß durch Mittheilung der Wärme von andern erwärmt gewesen sind.

Man wird überhaupt nicht zweifeln, daß die sämtlichen Versuche des Verfassers zur Erweiterung der Wärmelehre von sehr großem Nutzen seyn werden, und das um so mehr, da über den vorgelegten Gegenstand fast noch gar keine Versuche bekannt waren. Sie zeigen in Absicht auf die Erwärmungsfähigkeit der Körper in dem Sonnenlichte oft sehr auffallende und unerwartete Verhältnisse, welche die größte Aufmerksamkeit verdienen, und dem Forscher zu manchen neuen Aufschlüssen und Untersuchungen den Weg vorbereiten. Es ist hier der Ort nicht, die zahlreichen, von dem Verf. gefundenen, Verhältnisse auszuzeichnen; und da die Abhandlung ohne Zweifel auch bald im Drucke erscheinen wird, so begnügen wir uns hier im Allgemeinen mit der Anzeige ihres Inhalts. Ein Mitglied der Societät hätte gewünscht, unter den untersuchten Körpern noch zwei andere zu finden, nämlich die Platina, und das Rohr, als einen vegetabilischen Körper, dessen leichtes Annehmen von Wärme ihn sogar schon den Gärtnern in Holland bei Treibereien empfiehlt.

Uebereinstimmend fiel das Urtheil der Societät: dahin aus, daß dieser Abhandlung mit vollem Rechte der ausgesetzte Preis gebühre. Nach Eröffnung des versiegelten Zettels wurde als Verfasser bekannt, Herr Karl Wilhelm Böckmann, Prof. der Naturlehre in Carlsruhe, den man auch schon durch mehrere in-

teressante Schriften und Aufsätze als einen sehr thätigen Naturforscher kennt.

Die zweite Abhandlung, mit dem Motto: *Rom ist nicht in Einem Tage gebauet*, empfiehlt sich zwar ebenfalls durch gute und zweckmäßige Versuche; da sie sich indessen nur mit 12 verschiedenen Körpern beschäftigt, so steht sie der ersten Abhandlung in Rücksicht der Menge von Versuchen bei weitem nach. Jedoch verdient bemerkt zu werden, daß der Verf. bei seinen Versuchen auch auf die Ausdehnung der Körper durch die erhaltene Sonnenwärme Rücksicht genommen, und sie durch ein sehr einfaches und sinnreich angebrachtes Pyrometer zu bestimmen gesucht hat. Bei den Metallen betrug diese Aenderung des Volumens freilich sehr wenig. Etwas beträchtlicher war sie bei den Hölzern, die dann zugleich auch eine Aenderung ihres Gewichts erfuhren, die dadurch bestimmt wurde, daß der ganze Apparat zugleich an einem empfindlichen Wagebalken hing. Beide Aenderungen möchten jedoch in der Hauptsache keinen großen Einfluß auf die erhaltenen Resultate haben. Dem Verfasser gebührt das Accessit mit einer ehrenvollen Erwähnung.

Als Verfasser dieser zweiten Abhandlung nannte sich späterhin Fr. Meinshausen, Obermechanicus zu Ludwigslust.

Bei dieser Gelegenheit brachte die Societät nochmals die historische Preisfrage für den November 1804 in Erinnerung: Eine aus den Quellen geschöpfte und mit Auswahl und Kritik abgefaßte *Geschichte der Meteorologie*, von den Griechen und Römern an, bis auf die neuern Zeiten, (*Annalen*, XII, 631.) Der Preis ist 50 Dukaten, und der späteste Termin der Einsendung vor Ausgang Septembers gegenwärtigen Jahrs.

Zugleich machte die physikalische Klasse folgende neue Preisfrage für den November 1805 bekannt: Da der

eigentliche Gefäßbau der Gewächse von einigen neuern Physiologen geläugnet, von andern, zumahl ältern, angenommen wird; so wären neue *mikroskopische* Untersuchungen anzustellen, welche entweder die Beobachtungen Malpighi's, Grew's, du Hamel's, Mucfel's, Hedwig's, oder die besondere, von dem Thierreiche abweichende, einfachere Organisation der Gewächse, die man entweder aus einfachen, eigenthümlichen Fibern und Fasern, (*Medicus*,) oder aus zelligem und röhrigem Gewebe, (*tissu tubulaire*, Mirbel,) hat entstehen lassen, bestätigen müßten.

Dabei wären noch folgende untergeordnete Fragen zu berücksichtigen: a. Wie vielerlei Gefäßarten lassen sich von der ersten Entwicklungsperiode derselben an mit Gewißheit annehmen? b. Wenn diese wirklich existiren, sind die gewundenen Fasern, welche man *Spiralgefäße* (*vasa spiralia*) nennt, selbst hohl, und bilden sie also Gefäße, oder dienen sie durch ihre Windungen zur Bildung eignen Kanäle? c. Wie bewegen sich in diesen Kanälen die tropfbaren Flüssigkeiten so wohl, als Luftarten? d. Entstehen durch Verwachsung dieser gewundenen Fasern die Treppengänge, (*Sprengel*,) oder umgekehrt jene aus diesen? (Mirbel.) e. Entstehen aus den Treppengängen Splint (*alburnum*, *l'aubier*) und Holzfasern, oder diese aus ursprünglich eigenthümlichen Gefäßen, oder dem röhrigen Gewebe?

XIII.

PREISVERTHEILUNG.

Zur Beantwortung der Preisfrage der *Landhaushaltungs-Gesellschaft* zu Kopenhagen, über die *Anwendung der Knochen zur menschlichen Nahrung*, waren 9 Abhandlungen bei der Gesellschaft eingelaufen. In der Versammlung, welche sie am 3ten Mai dieses Jahres hielt, wurde die große goldene Medaille, als erster Preis, der Abhandlung zuerkannt, deren Verfasser der Professor E. Viborg bei der Veterinär-schule und der Commerzcollegien - Assessor Rafn sind. Die zweite goldene Medaille, als Accessit, erhielt die Abhandlung des geheimen Rathes Hermbstadt in Berlin.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG, 1804, SECHSTES STÜCK.

I.

BEOBACHTUNGEN

*über die Strahlenbrechung,
angestellt*

zu Eckwarden an der Jahde

vom

Dr. H. W. Brandes.

Daß die scheinbare Höhe, um welche wir Gegenstände auf der Erde über dem Horizonte erhoben sehen, wegen der Strahlenbrechung in unserer Atmosphäre von derjenigen Höhe etwas verschieden ist, welche dem Gegenstande nach seiner Lage, bloß geometrisch betrachtet, zukommen würde, oder in welcher wir ihn sehen müßten, wenn der Lichtstrahl von ihm durch ein Vacuum zu uns käme, ist eine allgemein und lange bekannte Sache. Aber wie groß dieser Höhenunterschied, oder die Krümmung des Lichtstrahls sey? — ob sie constant ist, oder zwischen welchen Grenzen sie variire? — von welchen Veränderun-

gen im Zustande der Atmosphäre solche Variationen herrühren mögen? — wie sie von der Entfernung, wie von der Höhe des Gegenstandes abhängen? — welche Aenderung sich ergebe, wenn der Beobachter seinen Standpunkt höher oder niedriger wählt? — das sind Fragen, deren einige man zwar früh genug aufwarf und beantwortete, jedoch früher, als man daran gedacht zu haben scheint, die Natur selbst über die Richtigkeit dieser Antworten zu befragen.

In neuern Zeiten ist bekanntlich durch Beobachtungen etwas mehr für diesen Gegenstand geleistet worden, da Herrn Woltmann's und anderer Bemühungen allerdings dahin gingen, für einige jener Fragen eine mehr der Natur gemäße Beantwortung zu finden; gleichwohl bleibt noch sehr vieles zu untersuchen übrig. — Eine kurze Uebersicht der aus den bisherigen Beobachtungen hervor gehenden Resultate stünde hier vielleicht nicht am unrechten Orte; aber der Mangel an litterarischen Hilfsmitteln, dem man in einem etwas entlegenen Dorfe nicht wohl abhelfen kann, macht es mir unmöglich, diese mit einer auch nur mäßigen Vollständigkeit zu liefern, *) und nö-

*) Eine solche kurze Uebersicht findet der Leser in dem Artikel: *Strahlenbrechung*, in den *Annalen*, XII, 736. Möge sie Hrn. Dr. Brandes veranlassen, diese Materie mit der ihm eignen Klarheit und Gründlichkeit noch mehr zu erschöpfen.

thigt mich fogar, um die Nachficht des Lesers zu bitten, wenn etwa Unbekanntschaft mit einigen jener Bemühungen durchblicken follte; fo ungeziemend eine folche Unbekanntschaft auch immerhin demjenigen feyn mag, der Hoffnung erregt, etwas Neues zu fagen. Indefs, neu oder nicht neu, — alle Mahl darf man doch hoffen, daß eine Reihe von Beobachtungen, wo nicht zu neuen Kenntniffen, doch wenigstens zur Bestätigung oder Berichtigung der schon erlangten dienen könne.

Zweck der Beobachtungen.

Da aus Hrn. Woltmann's Beobachtungen *) bekannt war, daß die fcheinbare Höhe entfernter Gegenstände über dem Horizonte fehr veränderlich ift; fo fchien es der Mühe werth, zu unterfuchen, ob es bestimmte Regeln gebe, nach welchen diefe Variation theils von der Entfernung und Höhe des Gegenstandes, theils von dem höhern oder niedrigern Standpunkte des Beobachters abhängt. Beobachtungen, welche bestimmt auf die Auffuchung folcher Regeln gerichtet gewesen wären, kannte ich nicht, und von theoretifchen Regeln

Um ihm dazu deſto mehr Veranlaſſung zu geben, unterdrücke ich alle Bemerkungen zu gegenwärtigem Aufſatze, ſo vielen Stoff mir auch jene Ueberſicht dazu an die Hand zu geben ſchien.

d. H.

*) Man ſehe von ihnen *Annalen*, III, 397 f., und IX, 34 f.

d. H.

läßt sich wohl hier, wo wir noch so mancher Um-
stände nicht kennen, wenig Gewisses erwarten.

Sollten aber solche Regeln durch Beobach-
tungen entdeckt werden, so kam es vor allen
Dingen darauf an, die Gegenstände, deren Hö-
henänderung mit einander verglichen werden soll-
te, so zu wählen, daß alle übrige Umstände bei
ihnen möglichst gleich wären. Dieses hätte sich
nun in unserm flachen Lande, wo die Erdoberfläche
bis auf unbedeutende Kleinigkeiten ganz eben ist,
wo der Boden überall von einerlei Art ist, u. s. w.,
wohl erreichen lassen; aber die Lage meines Wohn-
ortes erlaubte mir alsdann nicht, Gegenstände, die
weiter als 1 Meile entfernt lagen, zur Beobach-
tung zu wählen, da in der einzigen Gegend, wo
meine Gesichtslinie weiter als 1 Meile über Land
geht, (nach Osten,) sich kein brauchbarer Gegen-
stand fand. Um also Gegenstände von ungleicher
Entfernung zu erhalten, hätte ich einige sehr na-
he wählen müssen, und ich wußte nicht, ob die
Höhenänderungen alsdann nicht so unbedeutend
werden würden, daß sie sich unter den Beobach-
tungsfehlern verlören. Ich mußte daher für die
Hauptreihe meiner Beobachtungen Gegenstände
jenseits der Jahde wählen, und mich begnügen,
dieselben so auszufuchen, daß die Lage möglichst
ähnlich, wenn auch nicht ganz gleich wäre. Doch
unternahm ich zugleich einige Beobachtungen an
Gegenständen, die im Lande, und ziemlich nahe
lagen; und da diese beweisen, daß selbst bei ge-

ringen Entfernungen noch sehr merkliche Variationen der scheinbaren Höhe Statt finden, so hoffe ich im nächsten Sommer eine vollständige Reihe von Beobachtungen an solchen Gegenständen anzustellen, von denen der Lichtstrahl ganz über eine trockene Erdoberfläche zum Auge kommt. Inzwischen glaube ich auch die bisherigen, auf ungleich entfernte Gegenstände gerichteten Beobachtungen nicht ganz verwerfen zu dürfen, obgleich einige Verschiedenheit der Gegend, über welche der Weg des Lichtstrahls ging, Statt findet, da mehrere der beobachteten Gegenstände dicht am Ufer der Jahde, andere etwas im Lande lagen, auch die Gesichtslinie nach einigen über tiefes Wasser, nach andern über flache Sand- und Schlammgründe ging, die bei der Ebbe trocken werden.

Methode der Beobachtung.

Ueber die Methode der Beobachtung brauche ich wenig zu sagen, da es die ganz einfache, auch von Hrn. Woltmann gebrauchte, ist, wo nämlich zwei Signalpfähle nach der Richtung des zu beobachtenden Gegenstandes gesetzt werden, und man am einen das Fernrohr so hoch erhebt oder herab senkt, bis die Oberfläche des Gegenstandes gerade von der ebenen Oberfläche des zweiten Pfahls verdeckt wird. Die Verschiedenheit der Höhe des Fernrohres, welche man in Zollen, u. s. f., erhält, giebt die Variation der scheinbaren Höhe des Gegenstandes an, und diese druckt

man leicht in Minuten und Secunden aus, wenn man die Höhenunterschiede in der Lage des Fernrohrs als Bogen eines Kreises betrachtet, dessen Radius die Entfernung der beiden Signalfähle von einander ist.

Größe der Fehler, welche bei diesen Beobachtungen vorkommen.

Die Forderung, das Fernrohr so hoch zu erheben oder zu senken, daß die Oberfläche des zweiten Pfahls genau die Oberfläche des beobachteten Gegenstandes decke, läßt sich nicht mit der allerstrengsten Genauigkeit erfüllen. Selbst bei den günstigsten Umständen, wo der Gegenstand völlig deutlich erscheint, bleibt doch eine kleine Unsicherheit übrig, so fern man nämlich ein geringes Vorragen des einen oder andern wegen der Kleinheit des Sehwinkels nicht mehr wahrnehmen kann. Bei einem Fernrohre von zomahliger Vergrößerung könnte dieser Fehler doch wohl 3 Sec. betragen; und wenn es sich bei Vergleichung zweier Beobachtungen trüfe, daß ein Mahl das Signal und das andere Mahl der beobachtete Gegenstand um diese Größe hervorgeragt hätte, so würde in dem Resultate dieser Vergleichung ein Fehler von 6 Sec. Statt finden können.

Es läßt sich aber leicht übersehen, daß man hier wohl größere Fehler erwarten darf. Man sieht die Gegenstände selten so völlig klar, als

nothwendig wäre, um Theile zu unterscheiden, deren Sehewinkel nur so klein ist, und bei einigen, die man nicht am äußersten Horizonte gegen den hellen Himmel sieht, sondern hinter denselben andere dunkle Gegenstände liegen, ist die ganz scharfe Bestimmung der Gränze noch schwieriger. Hierzu kommt, zumahl bei windigem Wetter, der Mangel an Ruhe, an der gehörigen Festigkeit des Instruments, u. s. w.

Wie große Fehler bei dieser Reihe von Beobachtungen ungefähr vorgekommen sind, läßt sich am besten aus Folgendem schließen. Es wurden unter andern von *einem* Standpunkte aus drei gleich entfernte, dicht bei einander liegende Gegenstände, (zwei Häuser und die Kirche im Dorfe Seefeld) beobachtet, an denen nichts verschieden war, als ihre Höhe. Der Unterschied ihrer scheinbaren Höhe blieb nicht immer gleich groß; aber es war doch wohl gewiß, daß, wenn der Höhenunterschied des höchsten und niedrigsten Gegenstandes, sich einmahl kleiner fand, als zur andern Zeit, alsdann auch der Gegenstand von mittlerer Höhe eine ähnliche Aenderung zeigen mußte. Gaben die Beobachtungen dies anders an, so konnte das nur von Fehlern in der Beobachtung selbst herühren, und ich kann wohl annehmen, daß unter den funfzig Reihen dieser Beobachtungen einige vorkommen, wo der Fehler so groß ist, als er überhaupt hier werden konnte. Unter diesen Beobachtungen finden sich zwar manche, wo der

mittlere Gegenstand um 7^u höher oder niedriger angegeben ist, als er in Vergleichung mit den beiden andern seyn konnte; bei einigen steigt der Fehler auch wohl auf 10 Sec.; aber bei äußerst wenigen auf 14 Sec. Da nun hier die Bestimmung des Fehlers schon aus Vergleichung zweier Beobachtungen, die beide etwas fehlerhaft seyn konnten, hergeleitet ist; so kann ich wohl mit Sicherheit annehmen, daß nur wenige Beobachtungen vorkommen, die, einzeln betrachtet, einen Fehler von 8 Sec. enthalten, und bei den allermeisten ist er gewiß, wie die nähere Vergleichung jener drei Reihen zeigt, ganz unbedeutend.

*Lage der Standpunkte, Entfernungen
der Signalfähle, u. s. f.*

Da unsre Marschen gegen die Jahde bedeuht sind, so wurden die Beobachtungsplätze, um die jenseitigen Gegenstände zu sehen, am besten auf diesen Deichen genommen. Nur Eine Station wurde außerhalb des Deiches gewählt, um die Untersuchung, welchen Einfluß die Höhe des Standpunktes habe, anstellen zu können. Ich lege eine kleine Zeichnung von der Lage des Deichs in dieser Gegend bei, (Taf. II, Fig. 1,) um mich auf die darin gebrauchten Buchstaben beziehen zu können, und die Beschreibung der Standpunkte abzukürzen. Es waren eigentlich vier Standpunkte, von wo aus Beobachtungen angestellt wurden, nämlich die mit *I, A, C, H* bezeichneten Punkte.

Der Pfahl *I* stand auf einem niedrigen Boden, und das Auge des Beobachters war in den meisten Fällen 4 bis 5 Fuß über die mittlere Fluthhöhe erhoben; nur bei sehr starker Refraction mußte man das Fernrohr wohl 2 Fuß tiefer, und einige Mal noch niedriger herab senken. Es wurde über *K* die Oberfläche der Kirche in Bockhorn beobachtet; die Entfernung *IK* war $= 850$ oldenb. Fuß, also 1 Zoll Erhebung des Fernrohres $= 20,7$ Secunden im Bogen.

Der zweite Standpunkt *A* liegt auf dem Deiche, so daß das Auge des Beobachters in den meisten Fällen 13 bis 19 Fuß hoch über der mittlern Fluthhöhe war. Hier wurde nach drei verschiedenen Richtungen beobachtet: über *E* die Oberfläche der Kirche in Bockhorn; über *D* die Oberfläche eines Hauses in Damgast und zugleich die Oberfläche einer dortigen grünen Anhöhe, (indem man die Lage des Fernrohres so änderte, daß die Spitze von *D* anfangs die Oberfläche des Hauses, dann die der Anhöhe deckte.) Endlich wurden über *H* und die dicht dabei stehenden Pfähle *F*, *G* drei Gegenstände in Seefeld und der dortige Deich beobachtet. Hier waren die Entfernungen $AE = 1242$ Fuß; $AD = 1177$ Fuß, $AH = 1228$ Fuß, mit AF , AG gleich groß. Bei der ersten Beobachtung betrug also 1 Zoll Erhebung oder Senkung des Fernrohres $= 13'',8$; bei der zweiten Beobachtung $= 14'',6$; und bei der dritten $= 14'',0$.

Der *dritte Standpunkt* war in *C* ungefähr gleich hoch mit dem vorigen. Von hier aus wurden zwei Gegenstände, welche diesseits der Jahde lagen, beobachtet, von denen also der Lichtstrahl ganz über eine trockene Erdoberfläche zum Auge kam. Der erste war ein Haus am Tossener Deiche in der Richtung *CA*, der zweite ein sehr viel näheres Haus am Eckwarder Deiche in der Richtung *CH*. Die Entfernungen der Signalpfähle sind $CA = 860$ Fufs, $CH = 993$ Fufs, so dafs also in der ersten Linie 1 Zoll Erhebung des Fernrohrs $20'',0$, in der letzten Linie $17'',3$ beträgt.

Der *vierte Standpunkt H* endlich diente zu Beobachtung der Höhe eines Hauses am Huppenfer Deiche jenseits der Jahde und dieses Deiches selbst, nach der Richtung *HB*. Die Höhe dieses Standpunkts ist den beiden vorigen sehr nahe gleich, die Entfernung $HB = 1025$ Fufs, also der Werth eines Zolles $= 16',8$.

Diese Beschreibung zeigt zugleich, dafs die Beobachtungen nicht vollkommen gleichzeitig seyn konnten; denn es vergingen gewöhnlich 15 bis 20 Minuten, ehe die ganze Reihe beendigt wurde. Gleichwohl sind meistens Theils die Beobachtungen im Journale neben einander gesetzt und als gleichzeitig vorgestellt, weil man in den meisten Fällen annehmen kann, dafs in so kurzen Zwischenzeiten die Refraction sich nicht merklich ändert; in denjenigen Fällen aber, wo so schnelle Änderungen zu vermuthen waren, ist die Zeit jeder Beobachtung besonders angemerkt.

Lage und Entfernung der beobachteten Gegenstände.

Die Namen der Oerter, wo die beobachteten Gegenstände lagen, habe ich eben schon erwähnt; ich will jetzt ihre Lage näher beschreiben. Vielleicht thue ich etwas Ueberflüssiges, wenn ich hier die ganze Gegend beschreibe, über welche der Lichtstrahl seinen Weg bis zum Auge nehmen mußte; aber da es noch unentschieden ist, ob nicht die Aenderungen der Refraction mit hiervon abhängen, so glaube ich doch diese Beschreibung nicht übergehen zu dürfen.

Die Kirche zu Bockhorn ist 64000 rheinl. Fufs entfernt, *) und liegt südwestwärts, mit einer Abweichung von etwa 45° vom Meridian, in einer sandigen Gegend, auf einer kleinen Anhöhe, beinahe 18000 Fufs vom Ufer der Jahde. Die Lichtstrahlen von daher gehn zuerst 8000 Fufs über Sandgrund, dann aber bis ans Ufer der Jah-

*) Von *I* an gerechnet sind es 65400 F.; ich glaube nicht, daß dieser Unterschied von Einfluß ist. Uebrigens sind diese Entfernungen auf rheinl. Fulse reducirt, um Vergleichen mit andern Beobachtungen zu erleichtern. Bei den Entfernungen der Signalpfähle mußte ich das oldenburgische Maass beibehalten, weil die Höhenänderung in der Lage des Fernrohres in diesem Maasse ausgedruckt war; auch sind diese Entfernungen zu andern Vergleichen unwichtig.

de über eine niedrigere Marschgegend, und kommen, vom Ufer der Jahde ab, nicht eher wieder über trockenes Land, als bei dem Signale *E* an hiesigen Ufer. Diese ganze Strecke ist bei voller Fluth allenthalben mit Wasser bedeckt, bei tiefster Ebbe hingegen werden am jenseitigen Ufer ein schlammiger Wattgrund, etwa 8000 Fufs breit, und einige kleine Sandbänke von Wasser entblößt.

Das beobachtete *Haus in Damgast* ist 3760 Fufs, und die zugleich beobachtete grüne Anhöhe 33000 rheinl. Fufs entfernt. Der Zwischenraum zwischen beiden ist eine sandige Anhöhe, die bis ans Ufer der Jahde reicht, von wo an der Lichtstrahl noch etwa 4000 Fufs über flache Wattgründe geht, die bei der Ebbe trocken werden, bei Fluth aber mit Wasser bedeckt sind. Der folgende Theil des Weges, den der Strahl durchläuft, ist fast einerlei mit dem bei der Bockhorner Kirche erwähnten, da die Richtungen, nach welchen diese Gegenstände liegen, wenig verschieden sind; es ist nämlich des Hauses in Damgast Entfernung vom Meridian 40 Grad westl.

Seefeld ist ein Dorf in der oldenburgischen Marsch, wohin die Gesichtslinie auch größten Theils über Wasser geht. Es liegt gegen Südosten, 50° vom Meridian, 34500 Fufs entfernt. Hier waren zwei Häuser von ungleicher Höhe und die noch höhere Kirche die Gegenstände der Beobachtung; alle drei liegen nahe bei einander, und alle Umstände sind daher bei ihnen gleich, bloß

die Höhe angenommen. Der Lichtstrahl geht zu an den Deich 7700 Fuß weit über eine Marschene, und dann noch etwas mehr als 2000 Fuß weit über trockenes begrüntes Land, welches außerhalb des Deiches liegt. Auch der eben erwähnte, in derselben Richtung liegende Deich wurde zugleich mit beobachtet. Die Gesichtslinie von demselben her geht, wie ich schon erwähnte, anfangs 2000 Fuß weit über trockenes Land, dann aber durch eine Strecke von beinahe 14000 Fuß über Wattgründe, wovon ein Theil sehr hoch ist und nur um die Zeit der vollen Fluth eine oder einige Stunden mit Wasser bedeckt wird; der übrige Theil ist niedrig, so daß erst gegen die Zeit der niedrigsten Ebbe die ganze Fläche von Wasser entblößt wird. Weiterhin gehen die Lichtstrahlen bis ans hiesige Ufer über tieferes Wasser; und nur dicht am Ufer wird bei Ebbe wieder eine kleine Strecke von Wasser frei.

Die beiden letzten Gegenstände endlich, die jenseits der Jahde lagen, waren ein *Haus am Hepenser Deich* und die *Oberfläche dieses Deiches* selbst. Die Richtung dahin ist fast genau westlich, die Entfernung des Hauses 17500 rheinl. Fuß, die des Deichs sehr wenig kleiner; beide liegen nur 200 Fuß vom Ufer der Jahde ab, und der Lichtstrahl geht an beiden Ufern der Jahde nur über schmale Streifen von Watt, das bei der Ebbe trocken wird, meistens aber über tiefes Wasser.

Diese Beschreibung zeigt vorläufig, daß un-

ter den ungleich entfernten Gegenständen sich wenigstens einige befanden, bei denen die Lage, nahe am Ufer der Jahde, und die ganze Gegend worüber die Gesichtslinie ging, so ähnlich war, daß sie wohl zu bestimmter Vergleichung dienen können; — wie fern aber die weniger ähnliche Lage eine solche Vergleichung unsicher machen muß, wenn die Resultate der Beobachtung es fordern, nachher untersucht werden.

Außer diesen jenseits des Wassers liegenden Gegenständen wurden dann auch noch zwei beobachtet, wohin die Gesichtslinie ganz über trockenes Land geht. Nämlich ein nordwärts liegendes *Haus am Toffenser Deiche*, 21140 rheinl. Fuß entfernt, (5° vom nördl. Merid. östlich,) und ein fast genau nach Osten liegendes *Haus am Eckwarder Deiche*, dessen Entfernung vom Beobachter nur 2840 rheinl. Fuß betrug. Bei dem letztern ging der Lichtstrahl durch den größten Theil seines Weges nahe über der Oberfläche des Deiches hin; und vielleicht trug dieser Umstand mit dazu bei, die Variationen der scheinbaren Höhe größer zu machen, als man sie bei dieser sehr geringen Distanz erwarten konnte.

Bestimmung des Nullpunkts, von welchem an die Variationen der Höhe gezählt werden.

Ich habe bei der Beschreibung der beobachteten Gegenstände nichts von ihrer scheinbaren

Höhe gesagt, deren Verschiedenheit doch gerade
 hier von vorzüglicher Wichtigkeit ist. Dieses konnte
 ich nicht thun, ohne vorher zu bestimmen,
 welche Angabe derselben ich als die richtige, oder
 als die Regel annehmen wollte, von der die übrige
 bloß zufällige Abweichungen sind. Jeder Ge-
 genstand erscheint bald höher und bald niedriger,
 und vielleicht niemahls in derjenigen Höhe, die
 ihm zukäme, wenn gar keine Refraction Statt
 fände; aber wenn man eine ziemliche Reihe von
 Beobachtungen vergleicht, so sieht man, daß un-
 ter den verschiedenen Angaben eine vorzüglich
 häufig wieder kommt, und daß die Fälle, wo
 der Gegenstand höher oder niedriger erschien,
 immer seltener vorkommen, je weiter die ange-
 gebene Höhe sich von jener entfernt. Dieser Zu-
 stand könnte also der gewöhnliche Zustand hei-
 ßen, und, in Ermangelung eines bestimmtern Null-
 punkts, fürs erste mit Null bezeichnet werden.
 Besser wäre es freilich, wenn man die Lage und
 wahre Höhe des beobachteten Gegenstandes so ge-
 nau ausmitteln könnte, daß sich bestimmt ange-
 ben ließe, wie hoch über dem Horizonte dersel-
 be erscheinen müßte, wenn der Lichtstrahl ganz
 ungebrochen ins Auge käme. Dann könnte man
 diese Höhe mit Null bezeichnen, und erhielte in
 dem hiernach eingerichteten Verzeichnisse der beob-
 achteten Höhen nicht bloße *Unterschiede*, sondern
 sogleich den ganzen Winkel, den der gebrochene
 Strahl am Ende seines Weges mit der Sehne macht,

oder die wahre Gröſſe der Refraction ſelbſt. Aber die Beſtimmung dieſes wahren Nullpunkts der Refraction hat gewöhnlich allzu groſſe Schwierigkeiten, da man über die Höhe des Gegenſtandes ſelten bis auf 1 Fuß würde gewiß werden können, ohne wenigſtens ein oberflächliches Nivellement durch die ganze Gegend zu Hülfe zu nehmen. — Einen Verſuch, dieſen Nullpunkt ungefähr zu beſtimmen, werde ich indels nachher anführen.

Gegen den zuerſt erwähnten und im folgenden Journal wirklich gebrauchten Nullpunkt läßt ſich allerdings manches einwenden. Es iſt nicht ausgemacht, daſs bei einer zweiten Reihe von Beobachtungen ſich ganz genau dieſelbe Höhe wieder am häufigſten finden würde; dieſer Nullpunkt läßt ſich alſo nicht mit Sicherheit wieder auffinden. — Ferner, die verſchiedenen Gegenſtände kamen zu einerlei Zeit zwar ziemlich nahe, aber doch nicht alle genau auf ihren Nullpunkt zurück, und folglich könnte aus künftigen Beobachtungen für verſchiedene Gegenſtände eine ungleiche Verückung der Null folgen. — Zu genau vergleichbaren Beobachtungen dient alſo dieſe Art, zu zählen, nicht, aber ſie ſcheint mir gleichwohl, um die Variationen auszudrücken, am bequemſten, ſo lange der wahre Nullpunkt ſich nicht beſtimmen läßt.

Es verſteht ſich alſo nun, wenn von der ſcheinbaren Höhe eines Gegenſtandes über dem

Horizont, als von etwas bestimmtem, die Rede ist, daß alsdann diejenige Höhe zu verstehen sey, in welcher er bei diesem gewöhnlichsten Zustande erschien. Dagegen muß man, um zu finden, wie hoch er zu anderer Zeit gesehen worden, zu dieser bestimmten Höhe diejenige Zahl addiren, welche als zu jener Zeit beobachtet im Journale der Beobachtungen steht.

Scheinbare Höhe der beobachteten Gegenstände.

Der Punkt, wo das Fernrohr an dem Pfahle *I* bei dem erwähnten gewöhnlichen Zustande seine Stelle hatte, welchen ich kurz den *Nullpunkt* nennen will, lag um 1 Zoll höher als die Spitze von *K*.

Eben so lag an *A* der Nullpunkt für die Oberfläche der Kirche zu Bockhorn $4\frac{3}{4}$ Zoll höher, als die Spitze von *E*; — der Nullpunkt für die Oberfläche des Hauses in Damgast $5\frac{1}{2}$ Zoll höher, als *D*; — der Nullpunkt für die Oberfläche der Anhöhe daselbst $9\frac{1}{2}$ Zoll höher, als die Spitze von *D*; — der Nullpunkt für die Kirche zu Seefeld $3\frac{1}{2}$ Zoll niedriger, als die Spitze von *H*; — der Nullpunkt für das höhere Haus in Seefeld 5 Zoll höher, als *F*; — der Nullpunkt für die Oberfläche des niedrigsten Hauses in Seefeld $8\frac{3}{4}$ Zoll höher, als die Spitze von *G*; — der Nullpunkt für die Oberfläche des Seefelder Deichs endlich $10\frac{3}{4}$ Zoll höher als eben diese Spitze von *G*.

Für die Beobachtungen, welche in *C* angestellt wurden, lag der Nullpunkt für das Haus am Toffenser Deiche $1\frac{7}{8}$ Zoll niedriger, als die Spitze von *A*; — für das nähere Haus am Eckwarder Deiche $4\frac{1}{4}$ Zoll höher, als *H*.

Endlich wurden von *H* aus die Oberfläche eines Hauses am Heppenser Deiche und dieses Deiches selbst beobachtet; der Nullpunkt für erstere lag $7\frac{1}{4}$ Zoll niedriger, für letztere $6\frac{1}{2}$ Zoll höher, als die Spitze von *B*. *)

Hieraus ergeben sich folgende *scheinbare Höhen* der beobachteten Gegenstände:

Von *I* aus erschien die Oberfläche der Bock-

*) Diese Höhen sind zwar mit keinen sehr vollkommenen Hülfsmitteln bestimmt worden, indess sind es die Mittel aus mehreren nicht weit von einander abweichenden Bestimmungen, und ich glaube behaupten zu dürfen, daß sie nur sehr wenig von der Wahrheit abweichen können. Bloß bei der Bestimmung der Höhe von *H* mußte ein Fehler begangen seyn, der sich zu spät entdeckte, weil ich die Berechnung erst vornehmen konnte, nachdem die Signale schon weggenommen waren. Diese Höhe und die daraus abgeleiteten von *F* und *G* mußten daher aus einigen indirecten Bestimmungen hergeleitet werden, die für den Fall eines Irrthums zu Hülfen genommen waren: deswegen sind diese, nicht ganz so sicher als die übrigen, doch glaube ich nicht, daß die Unsicherheit in den Bestimmungen der Höhenwinkel auf 10" geht. Br.

horner Kirche $= 21''$ unter der scheinbaren Horizontallinie.

Von *A* aus erschien die Oberfläche derselben $= 1' 6''$ unter der scheinbaren Horizontallinie;
 die Oberfläche des Hauses in Damgast $= 1' 23''$ unter derselben;
 die Oberfläche der Anhöhe bei Damgast $= 2' 13''$ unter derselben;
 die Oberfläche der Kirche zu Seefeld $= 0' 47''$ über der scheinbaren Horizontale;
 die Oberfläche des höhern Hauses daselbst $= 1' 10''$ unter derselben;
 die Oberfläche des niedrigern Hauses daselbst $= 2' 3''$ unter derselben;
 die Oberfläche des Seefelder Deichs $= 2' 31''$ unter derselben.

Von *C* aus sah man die Oberfläche des entfernten Hauses $= 0' 38''$ über der Horizontallinie;
 die Oberfläche des nähern $1' 12''$ unter derselben.

Von *D* aus endlich erschien die Oberfläche des Hauses am Heppenser Deiche $= 2' 2''$ über der scheinbaren Horizontallinie;
 die Oberfläche des Deiches $= 1' 49''$ unter derselben.

Versuche, den wahren Nullpunkt zu bestimmen.

Ich habe vorhin versprochen, einiges anzuführen, was zu Bestimmung des wahren Null-

punkts der Refraction, oder derjenigen Höhe, unter welcher man ohne den Einfluß der Refraction den Gegenstand sehen sollte, dienen könne. Die Deiche an der Jahde, deren Höhe ziemlich genau bekannt ist, können hierzu, wenn man nicht die alleräußerste Genauigkeit fordert, recht gut gebraucht werden.

Zuerst will ich ein Paar Beobachtungen anführen, die den Deich in der Linie nach Bockhorn betreffen, die aber, wegen der Schwierigkeit, diesen sehr entfernten Deich deutlich zu erkennen, (da dunkle Gegenstände dahinter lagen,) nicht oft wiederholt werden konnte. Dieser Deich ist 45500 rheinl. Fufs entfernt, und sollte daher, wenn er mit der Lage des Auges gleich hoch wäre, $= 3' 52''$ unter dem scheinbaren Horizonte liegen. Aber seine Höhe mag wohl 5 Fufs geringer seyn, als die Höhe, in welcher sich das Auge befand, wenn er von A aus beobachtet wurde. Für diesen Höhenunterschied kommen etwa $24''$ zu jener Senkung der Gesichtslinie hinzu, oder er müßte, ohne Einfluß der Refraction, $= 4' 16''$ unter der scheinbaren Horizontallinie erschienen seyn. Am 8ten Sept. Morgens, da andere Gegenstände sehr nahe in der mit Null bezeichneten Höhe erschienen, war die scheinbare Tiefe dieses Deichs unter der Horizontallinie $= 3' 31''$, also hätte, wenn Rechnung und Beobachtung ganz genau wären, die Refraction $45''$ betragen, welches $= \frac{1}{10,3}$ des Bogens auf der Erdoberfläche ist, um welchen der Gegenstand entfernt war.

Eine andere Beobachtung vom 24ten Oct. gab bei ähnlicher Höhe anderer Gegenstände die Tiefe desselben Deichs $= 3' 58''$ an, so daß damahls die Refraction nur $18'' = \frac{1}{28}$ jenes Bogens betragen hätte; eine Verschiedenheit, die bei der Undeutlichkeit dieses Gegenstandes wohl zum Theil in der Beobachtung ihren Grund haben kann, ob es gleich auch nicht gerade entschieden ist, daß alle Gegenstände zu derselben Zeit auf ähnliche Weise erhoben scheinen.

Derselbe Deich mag etwa 9 Fufs höher seyn, als die Lage des Auges in I; er hätte daher, von I aus gesehen, $3' 24''$ unter dem Horizonte erscheinen sollen. Am 8ten Sept. war er hier wegen der Ebbe sichtbar und erschien $2' 35''$ unter dem Horizonte; die Refraction hätte also hier $49''$ betragen, oder etwas mehr als $\frac{1}{10}$ des Bogens, der die Entfernung des Gegenstandes ausdrückt. Aber hier erschien auch die Bockhorner Kirche etwas höher, als in der gewöhnlichsten Höhe: es möchte also für den Zustand, wo ich die Null setzte, die Refraction wohl etwas geringer anzusetzen seyn.

Der Seefelder Deich, der öfter beobachtet wurde, mag ungefähr 5 Fufs niedriger seyn, als das Auge bei dieser Beobachtung war. Wegen der Krümmung der Erde sollte er $2' 17''$ unter dem Horizonte liegen; wegen dieser 5 Fufs aber kommen noch $38''$ hinzu, so daß er ohne Refraction $2' 55''$ unter dem Horizonte erscheinen müßte.

Die Beobachtung zeigte ihn im gewöhnlichen Zustande $2' 31''$ unter demselben, so daß dann die Refraction $24''$ betragen haben müßte, welches $= \frac{1}{11,5}$ des Bogens ist, der die Entfernung abmißt.

Der ebenfalls häufiger beobachtete Heppener Deich würde, wenn er so hoch wäre, als sich das Auge befand, $= 1' 29''$ unter der scheinbaren Horizontallinie liegen; setze ich aber seine Höhe der Höhe unfers Deichs gleich, das ist, $3\frac{1}{2}$ Fuß niedriger, als wo das Fernrohr seinen Platz hatte, so kommen $40''$ zu jener Tiefe, und er hätte $2' 9''$ unter dem Horizonte liegen müssen, statt daß die Beobachtung, wenn ich die Höhe mit Null bezeichnete, nur $1' 49''$ angab. Die GröÙe der Refraction wäre also $= 20'' = \frac{1}{5}$ des Bogens, um welchen er entfernt ist.

Sichere Folgerungen ergeben sich also aus diesen, — freilich auch allzu oberflächlichen Bestimmungen, — nicht, indess scheinen sie doch anzuzeigen, daß in-dem Falle, wo ich die Refraction mit Null bezeichnete, oder, wo ich den Nullpunkt der Variationen setze, die Ablenkung des Strahls von der geraden Linie wohl etwa auf $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{10}$ des Winkels, welchen die Verticallinien des Beobachters und des beobachteten Gegenstandes am Mittelpunkte der Erde einschließen, möge gesetzt werden können, — so daß in diesem Falle die Lambertische Regel ungefähr wahr wäre.

Zeit der Beobachtung

Witterung u. f. w.

	Uhr	
24	11	Warm. Die Gegenstände erschienen zitternd, u. entfernte neblicht.
25	10 11	Heiter. Kalter Ostwind. Die Gegenstände ersch. neblicht, u. wo man nahe an der Erde hinsah, zitternd. Die Gegenst. im Lande gespiegelt, u. stark zitternd.
	5 6 6	Ostwind. Keine Spiegelung mehr, auch ersch. d. Gegenst. weniger zitternd.
26	5 5 5 5 6 6	wie gestern Abend.
27	6	Heiter, warm, schwacher NOwind.
28	12 5	Warm, heiter. Abends erschienen einige Gegenstände oberwärts gespiegelt.
29	4 4 5 5	Gewölkt, veranderl. Wind, warm. Um 4 Uhr SO schwacher Wind, trübe Wolken, belond. in Westen; warm.

Haus am Happener Deiche.		Haus am Tollener Deiche.		Witterung u. f. w.
Min.	Sec.	Min.	Sec.	
•	25	•	20	Um 5 Uhr 5 Min. fing ein ter NWwind an zu we- die Luft wurde kalt u. in dann neblig.
•	•	•	20	Bedeckt, schwacher, aber ter NWwind. Die entfer- Gegenst. ersch. neblig.
•	•	•	20	Rauher SWwind; bei Luft; entfernte Gegenst. neblig.
•	•	•	•	Südwestwind. Heiter.
•	59	•	10	Sehr warm; heiter; 1 chen SWwind. Undurch- tiger Dunst dicht über de, daher Spiegelung tern der Gegenstände.
•	42	•	0	SOwind. Heiter, warm. ste nahe an der Erde.
•	14	•	0	Heiter; warm. Dünst an der Erde.
—•	8	•	20	Dicke Wolken. Kal- Südwind.
•	•	•	20	Wolken. Kalter Nord- Die entf. Gegenst. waren deutl. sichtbar.

For

Haus an
Eckward

F

Zeit der B

Deiche

Deich
Seef

Min. Sec

Min.

April

27

0

1

30

0

0

Mai

3

3

4

0

4

0

17

5

14

0

4

16

0

2

0

18

0

9

52

0

26

20

21

0

26

38

0

14

4

0

17

35

25

0

1

24

0

4

26

0

18

28

0

Junius

4

hr erschien alles, v

u seyn; nachher r

erbar; die westlic.
ft. hervor. Bei Se

e Spiegelung oberw

Gegenst. schnell abnahm.

ieefeld regnete es auch während der im hohen Standp. an-

g. ersch. zitternd.

nzender Nebel vor d. unt. Theile der Bockh. Kirche erschien.

For

f. w.

Zeit der F Deich f
Seefelc

August 29	Min. Se
-	o 4
30	
Sept. 1	
2	
3	
5	
6	
7	o 4
8	o o
	o 52
14	
20	o 38
25	o 14
27	- o 4
29	o 35
30	2 24
Octob. 1	o 4
5	- o 28
7	o o
24	

bald auch zu uns i

Dünsten, einige Geg

gs einige Gegenst.

iger Stellung eini

Wind.

Standp. gespiegelt

Gegenstände gelf

zu

Standp. aus gespiegelt.

Einer weitem Erklärung wird dieses Verzeichniss eben nicht bedürfen; denn nach den voraus gegangenen Erläuterungen ist der Sinn der darin angesetzten Höhenwinkel deutlich genug. Bloß über einen Ausdruck in der Angabe der Witterung und des Zustandes der Luft muß ich vorläufig bemerken, daß da, wo bloß steht: die Gegenstände erschienen gespiegelt, immer eine *Spiegelung unterwärts* zu verstehen ist. Die seltner und meistens unbestimmtere Spiegelung oberwärts ist immer durch den Zusatz: *oberwärts*, davon unterschieden.

Ob der Lichtstrahl alle Mahl so gebrochen wird, daß seine Krümmung gegen die Erde concav ist.

Aus den Bestimmungen, die ich vorhin für die wahre GröÙe der Refraction, in dem Falle, wo mein Journal Null setzt, zu erhalten suchte, ergab sich, so oberflächlich die Angaben auch immer seyn mögen, doch mit einiger Wahrscheinlichkeit, daß die Abweichung des Strahls von der geraden Linie, alsdann wenigstens, nicht mehr betrage, als $\frac{1}{10}$ des Winkels, den die Verticallinien des beobachteten Gegenstandes und des Beobachters am Mittelpunkte der Erde einschließen. Nehme ich diesen Satz als wenigstens beinahe richtig an; so erhellet, daß in allen Fällen, wo meine Beobachtung eine größere Erniedrigung unter die mit Null benannte Höhe angiebt, als jenes Zehntel beträgt, ohne Zweifel eine gegen die Erde zu

convexe Krümmung des Strahls oder eine *wahre Depression* des beobachteten Gegenstandes Statt fand. Das Zehntel der Entfernung ist bei der Bockhorner Kirche $= 1' 5''$; diese erschien aber mehrmals tiefer unter dem Nullpunkte, und wäre hiernach an dem *niedrigern Standpunkte*

am 12ten Apr. um 3 Uhr wenigstens $1' 10''$,

am 21sten Mai um 11 Uhr $0' 7''$,

am 30sten Aug. um $7\frac{1}{2}$ Uhr $0' 7''$,

und am 1sten Sept. um $8\frac{1}{2}$ Uhr $0' 28''$

niedriger erschienen, als die gerade Richtung des Strahls erlaubte.

Von dem hohen Standpunkte aus findet sich für die Kirche zu Bockhorn keine ähnliche Beobachtung, wohl aber für das Haus in Damgast und die dortige Anhöhe. Setze ich das Zehntel der Entfernung dieser beiden Gegenstände gleich $= 38''$, so erschien am 20sten Aug. das Haus wenigstens um etwas geringes, die Anhöhe aber um beinahe $20''$ unter derjenigen Höhe, welche der geraden Richtung des Strahls entspricht. Eben das fand an demselben Tage für den Seefelder Deich Statt, der, nach gerader Richtung gesehen, wenigstens $15''$ höher erscheinen mußte, als die Beobachtung anzeigt. — Auch bei dem Hause am Heppenfer Deiche giebt das Journal einige Mal ein größeres Minus an, als das Zehntel des Bogens, ($= 18''$) ich muß aber gestehen, daß ich die auf diesen Gegenstand gerichteten Beobachtungen nicht für genau genug halte, um auf einzel-

ne, sichere Schlüsse zu gründen; die Vergleichung der Beobachtungen giebt hier oft Abweichungen, die ich von nichts anderm als Beobachtungsfehlern ableiten kann. Vielleicht kam dies daher, weil das Haus beinahe mit dem Giebel hierher gekehrt ist, also nicht so scharf abgeschnitten erscheint, als die übrigen Gegenstände. — Wichtiger aber konnten die Beobachtungen des Hauses am Töfener Deiche seyn, unter denen wenigstens die vom 21sten Mai eine sehr bedeutende Depression angiebt, da das Zehntel der Entfernung nur 21'' beträgt.

Dieses zusammen treffende Zeugniß einer nicht ganz geringen Anzahl von Beobachtungen, deren jede man, (einzelne Ausnahmen abgerechnet,) als bis auf 5'' oder höchstens 8'' sicher ansehen kann, scheint mir die Behauptung zu rechtfertigen, (welche, wenn ich nicht irre, auch Hr. Woltmann schon aufgestellt hat,) daß der Strahl zuweilen eine gegen die Erde zu convexe Krümmung hat. Vermuthlich ist dieses noch öfter der Fall, als ich hier angedeutet habe, denn ich habe die GröÙe der Refraction für den Zustand, wo mein Null steht, ziemlich beträchtlich angenommen: und wenn dieses sich bestätigte, so ließe sich vielleicht eine Hypothese über die Ursache derjenigen Spiegelung, wobei das Bild *unter* dem Gegenstande erscheint, hierauf gründen.

Vergleichung der Beobachtungen, die an Standpunkten von verschiedener Höhe angestellt wurden.

Die beiden Standpunkte, von welchen aus die Kirche zu Bockhorn beobachtet wurde, waren an Höhe etwa 14 Fuß verschieden, und man sieht selbst bei einem flüchtigen Blicke in das Verzeichniß der Beobachtungen, daß dieser Unterschied merklichen Einfluß auf die GröÙe der Variationen, die bei der scheinbaren Höhe des Gegenstandes vorkamen, hatte. Im Allgemeinen sind die positiven Zahlen so wohl als die negativen bei der im niedrigen Standpunkte angestellten Beobachtung größer, als bei der andern; oder wenn der Gegenstand über seine gewöhnliche Höhe erhoben schien, so betrug diese Erhebung unten mehr als oben, und eben so war auch zur andern Zeit die Erniedrigung unten am größten. Aber, wenn man die Beobachtungen genauer vergleichen und nach einer bestimmtern Regel fragen will, so offenbart sich die Nothwendigkeit einer andern Untersuchung, nämlich, wie viel hier von der Erniedrigung oder Erhöhung der Wasserfläche, über welche der Lichtstrahl hingeht, abhängt?

Es scheint natürlich, anzunehmen, daß diese Aenderung in der Höhe der Wasserfläche die im niedrigen Standpunkte angestellte Beobachtung mehr afficirt, als die im höhern Standpunkte; und man ist geneigt, zu vermuthen, daß um die Zeit der höchsten Fluth die Unterschiede der An-

gaben beider größer seyn werden, als gegen die Zeit der tiefsten Ebbe, da in jenem Falle die Höhen der beiden Standpunkte über der Wasserfläche sich wie 1 : 4, im letztern Falle aber fast wie 1 : 2 verhalten. Wirklich finden sich auch einige Beobachtungen, die diese Vermuthung zu bestätigen scheinen, aber ihre Anzahl ist zu geringe, um auf eine nur irgend sichere Regel über die Correction, die man wegen dieses Umstandes anbringen müßte, zu führen, und es finden sich dagegen auch andere, die nicht recht wohl zu dieser Voraussetzung passen; ein Umstand, der freilich bei den mannigfaltigen Irregularitäten, die hier allenthalben vorkommen, so sehr auffallend nicht ist.

Von den Beobachtungen, die der angeführten Vermuthung zur Bestätigung dienen, sind folgende die wichtigsten: Am 6ten April, etwa 1 Stunde vor der höchsten Fluth, erschien die Kirche unten um 1' 43'', oben aber, (ungefähr gleichzeitig,) nur 0' 55' über dem Null. Denselben Tag Abends um die Zeit der tiefsten Ebbe erschien sie am obern Standpunkte höher, unten aber weniger erhoben, als vorhin. Die beiden Beobachtungen am 12ten April sind dieser ähnlich, aber nicht ganz so entscheidend, weil von der Zeit des niedrigsten Wassers bis zur höchsten Fluth auch oben die Erniedrigung erheblich zugenommen hatte; indess ist die unten beobachtete weit größere Zunahme der Voraussetzung gemäß.

Am 21sten Mai kommen drei Beobachtungen vor, bei denen die Refraction am höhern Standpunkte nur wenig verschieden gefunden wurde; im niedrigen Standpunkte aber nahm die Erniedrigung mit dem Anwachsen der Fluth zu und mit der Ebbe wieder ab, denn die Zeit der höchsten Fluth traf um 12 Uhr. Auch die Beobachtungen am 29sten August lassen sich ziemlich gut hieraus erklären, da von 10 Uhr an das Wasser fiel, und also die Refraction unten hätte abnehmen sollen, wenn sie oben unverändert geblieben wäre, folglich wenigstens unten wenig zunehmen mußte, als oben. Aber die letzte Beobachtung an diesem Tage paßt nicht, da es damals schon wieder Fluth ward.

Dagegen trifft die sehr große Verschiedenheit der Angaben am 16ten Mai, am 30sten August und 1sten Sept. nahe an die Zeit der tiefsten Ebbe, wo man sie nicht so groß erwartete; am 25sten Mai ist der Unterschied um $6\frac{1}{4}$ Uhr so viel größer als um 2 Uhr, obgleich die höchste Fluth ziemlich genau mitten zwischen beide Beobachtungen fiel, und am 5ten Mai änderte sich sogar innerhalb einer halben Stunde die scheinbare Höhe unten so beträchtlich, ob sie gleich oben dieselbe blieb.

Diese von der Fluth und Ebbe herrührende Aenderung hätte wohl durch eine vollständiger Reihe von Beobachtungen bestimmt werden sollen; aber theils sind nur wenige Tage zu solchen Beob-

achtungen passend, weil bei erheblichen Verschiedenheiten der Refraction, die von andern Umständen herrühren, an eine Entdeckung der Regel, nach welcher jene Aenderungen bestimmt werden, nicht zu denken ist; theils konnte ich auch nicht immer gerade die Zeit den Beobachtungen widmen, welche etwa die passendste gewesen wäre. Ich muß mich daher hier begnügen, nur gezeigt zu haben, wie sehr große Verschiedenheit in der scheinbaren Höhe die Aenderung des Standpunktes hervor bringt, und muß es der Zukunft vorbehalten, näher zu entscheiden, ob für zwei bestimmte Standpunkte von ungleicher Höhe die Verschiedenheit der scheinbaren Höhe des Gegenstandes durch eine allgemeine Regel bestimmt werde, oder, (welches ich eher vermute,) ob bei verschiedener Beschaffenheit der Atmosphäre die Refraction in einem Standpunkte variabel seyn kann, während sie im andern ungeändert bleibt.

Vergleichung der Beobachtungen an gleich entfernten Gegenständen von verschiedener scheinbaren Höhe.

Die eben geäußerte Vermuthung, daß die Lichtstrahlen vielleicht zuweilen in einer etwas höhern Luftschicht mehr oder weniger gebrochen werden, obgleich in der niedrigeren Luftschicht einerlei Refraction Statt findet, wird durch die Reihen von Beobachtungen, worüber ich jetzt einige Bemerkungen mittheilen will, sehr wahrscheinlich gemacht.

Der Zweck dieser Beobachtungen ist aus den Vorigen schon bekannt: es sollte nämlich durch dieselben entschieden werden, wie bei nahe neben einander liegenden Gegenständen die scheinbare Vorragung des einen über den andern sich ändere, oder wie viel die Erhebung oder Erniedrigung des einen zu derselben Zeit größer sey, als die des andern. Dafs hierbei merkliche Verschiedenheiten Statt finden, ergiebt oft schon der blofse Anblick, indem man, besonders bei sehr starker Erhebung, die Gegenstände, die sonst erheblich hervor ragten, weniger hoch in Vergleichung der umliegenden sieht, daher auch dann entfernte Häuser als breiter in Vergleichung mit ihrer Höhe, und Thürme als niedriger und stumpfer erscheinen. Diese Unterschiede betragen freilich oft nur so wenig, dafs eine äußerst genaue Messung erfordert werden würde, um über die kleinen Variationen etwas ganz sicheres zu bestimmen; in manchen Fällen aber sind sie doch erheblich genug, und wenigstens über diese läfst sich aus den angestellten Beobachtungen mit Sicherheit urtheilen. Ich setze hier ein Verzeichniß der besten Beobachtungen her, da die weniger zuverlässigen, die unter sich nicht übereinstimmen, nichts entscheiden können. Es sind die auch im Journal stehenden auf die drei Gebäude in Seefeld und die auf das Haus und die Anhöhe zu Damgast gerichteten Beobachtungen, die ich hier nur zur bequemern Vergleichung in anderer Form dar-

stelle. Statt dafs nämlich vorhin die Erhebung jedes Gegenstandes über seinen angenommenen Nullpunkt angegeben wurde, setze ich hier die Anzahl von Secunden, um welche sich die Vorragung des höhern gröfser (+) oder kleiner (—) zeigte, als bei dem Zustande, den ich den *gewöhnlichen* genannt habe. So war z. B. nach der Angabe des gewöhnlichen Zustandes die Vorragung der Seefelder Kirche über das niedrigste Haus = 2' 50"; die folgende Tabelle giebt die Variation dieser Vorragung, z. B. am 2ten Aug. um 12 Uhr, = — 21"; damahls also erschien die Kirche nur 2' 29" höher, als dieses Haus. — Die beiden Gegenstände in Damgast waren zwar nicht genau gleich weit entfernt, indess war der Abstand doch geringe, weshalb sie wohl ohne Bedenken als vergleichbar hierher gesetzt werden können. — Auch die Beobachtungen der beiden Gegenstände bei Heppens will ich mit hersetzen, ob sie gleich, minderer Genauigkeit halber, weniger entscheidend sind; denn in den Fällen, wo sie einstimmige Resultate mit den übrigen geben, tragen sie wenigstens zur Bestätigung bei. Uebrigens sind die Beobachtungen nach den scheinbaren Höhen der Seefelder Kirche geordnet, so dafs diejenigen zuerst vorkommen, wo die Kirche am niedrigsten erschien, und man nach und nach zu den stärkern Erhebungen fortgeht. Dieses erleichtert die Vergleichung, auf die es hier ankömmt, und die Aufindung der Regelmäfsigkeit oder der Abweichungen von der Regel.

Zeit der Beobachtung			Scheinb. Erhebung der Oberfläche der Kirche zu Seefeld.		Variation der Scheinbaren Vorrangung der Seefelder Kirche über das höhere Haus.		Variation der Scheinbaren Vorrangung der Seefelder Kirche über das niedrigere Haus.	
	Tag.	Stunde.	Min.	Sec.		Sec.		Sec.
Aug.	2	12	—	0 21	—	21	—	21
Aug.	13	2	—	0 14	—		—	10
Aug.	27	3½	—	0 10	—	3	—	3
Aug.	5	5½	—	0 7	—	14	—	21
Aug.	9	12	—	0 7	—		—	7
Aug.	20	3	—	0 7	+	14	+	21
Aug.	30	7½	—	0 7	—	3	—	0
Sept.	1	7½	—	0 7	+	7	+	10
Oct.	7	3	—	0 7	—	0	—	7
Sept.	27	2	+	0 4	—	3	—	0
Aug.	26	9	—	0 7	+	3	+	3
Sept.	2	5	—	0 7	—	0	—	0
Sept.	5	11½	—	0 7	+	7	+	7
Sept.	8	9	—	0 7	+	3	—	0
Sept.	8	11	—	0 7	+	3	—	0
Sept.	25	2½	—	0 7	—	0	+	3
Oct.	1	3	—	0 7	—	0	+	3
Jul.	28	11	—	0 21	+	14	+	14
Aug.	15	11	—	0 21	—	7	—	7
Aug.	29	9½	—	0 21	—		—	10
Sept.	14	6½	—	0 21	+	7	+	7
Aug.	16	11	—	0 24	+	10	+	14
Sept.	7	9	—	0 24	+	6	+	10
Sept.	29	12	—	0 24	—	4	—	11
Aug.	9	4½	—	0 28	—	14	—	21
Sept.	6	3	—	0 28	—	—	—	0
Aug.	29	1½	—	0 31	—	4	—	4
Aug.	29	10¼	—	0 35	—	3	—	7
Sept.	3	2	—	0 35	+	7	+	14
Sept.	20	—	—	0 35	—	10	—	10
Aug.	1	2½	—	0 56	+	4	+	7
Sept.	8	3½	—	0 56	+	7	+	7
Aug.	29	5½	—	1 0	—	10	—	14
Sept.	29	5½	—	1 3	—	7	—	11
Aug.	1	10¼	—	1 17	—	14	—	21
Aug.	29	6¼	—	1 31	—	0	—	7
Jul.	28	5¼	—	1 45	—	28	—	35
Aug.	1	11½	—	1 52	—	0	—	0
Sept.	30	2½	—	2 13	—	unge	wifs	
Jul.	29	6½	—	2 41	—	—	—	7

Scheinb. Erhebung d. Oberfl. des Haules zu Damgast.	Variation der Scheinb. Vorrangung des Haules zu Damgast üb. d. Anhöhe.	Scheinb. Erhebung d. Oberfl. des Haules bei Heppens.	Variation der Scheinb. Vorrangung d. Haules üb. d. Heppens erster Deich
Min. Sec.	Sec.	Min. Sec.	Sec.
0 7	— 15	0 4	0
— 0 7	— 14	— 0 4	— 4
— 0 15	0	— 0 4	+ 9
0 4	— 3	0 13	+ 9
0 0	— 14	— 0 4	— 12
— 0 44	+ 11		
— 0 15	0		
— 0 22	0	— 0 4	+ 9
— 0 15	— 7		
+ 0 7	— 11	0 4	— 13
0 4	— 7	0 13	+ 13
— 0 15	— 8		
— 0 7	+ 15	0 0	+ 8
— 0 4	+ 3		
0 0	— 4	0 21	+ 4
0 22	0	0 38	+ 5
0 0	0	0 13	+ 13
		— 0 29	+ 12
0 7	— 7	0 13	+ 5
0 29	— 7	0 4	0
0 0	— 4		
		0 17	+ 9
0 22	0		
0 29	— 15	0 17	— 8
1 6	— 14		
0 26	+ 4		
1 6	0		
0 44	— 11		
0 29	0	0 21	+ 4
1 2	+ 4		
— 1 31	— 8		
2 4	— 4		
		0 21	— 12
2 19	— 14		
2 11	— 26	0 54	— 38
2 55	— 15	1 3	— 29
3 17	— 15	1 20	— 21
4 1	— 15	1 53	— 29

Dieses Verzeichniß beweiset, daß die Hoffnung, eine bestimmte Regel zu finden, nach welcher man aus der Erhebung des höhern Gegenstandes auf die des niedrigeren sicher schließen könne, ebenfalls nicht erfüllt ist. Die Regel, welche ich vor der Ausführung der Beobachtungen vermuthete, daß die scheinbare Vorrangung des höhern Gegenstandes immer desto größer sey, je geringer die Erhebung ist, oder, daß bei stärkerer Refraction alle Mahl niedrige Gegenstände am meisten gehoben erscheinen, hat sich lange nicht in der Allgemeinheit bestätigt, wie ich hoffte. Denn die Abweichungen von dieser Regel, die ich aus der Tabelle nicht noch besonders herzusetzen brauche, sind gewiß nicht Beobachtungsfehler.

Wollte man etwa die Vermuthung aufstellen, daß auch hier etwas von Fluth und Ebbe, von Entblößung der Sandbänke und Watten abhängen könne, so widersprechen doch die Beobachtungen dieser Meinung geradezu. Denn z. B. am 2ten August um 12 Uhr, und am 20ten Aug. um 3 Uhr war es beide Mahl beinahe höchste Fluth, und gleichwohl stehen diese Beobachtungen einander ganz auffallend entgegen.

Vergleichung der Beobachtungen, die auf ungleich entfernte Gegenstände gerichtet waren.

Waren die Beobachtungen so regelmäsig ausgefallen, wie ich hoffte, so hätten die verschiede-

nen Reihen von Beobachtungen hier zu mannigfaltigen Vergleichen und Schlüssen Anlaß geben können: jetzt würde es zwecklose Weitläufigkeit seyn, wenn ich Untersuchungen über den Einfluß, den etwa dieser oder jener Umstand haben konnte, anstellen wollte. Bloß eine Uebersicht der Hauptbeobachtungen und folgende wenige Bemerkungen mögen hier noch Platz finden.

Da die Gesichtslinien nach Bockhorn und Damgast sehr nahe zusammen fielen; so ist offenbar, daß die Differenz der gleichzeitigen Höhenänderung beider Gegenstände, (deren scheinbare Höhe wenig verschieden war,) bloß davon herühren konnte, daß die Richtung des von der Bockhorner Kirche kommenden Lichtstrahls, schon ehe er bis in die Gegend von Damgast kam, Aenderungen gelitten hatte. Ferner: die Häuser in Damgast und am Heppenfer Deiche lagen zwar in ungleicher Entfernung und nicht nach einerlei Richtung, dagegen aber war der Weg des Lichtstrahls fast ganz über tieferes Wasser, bei beiden sehr ähnlich. Hier konnte also im Allgemeinen bloß die ungleiche Länge des Weges Verschiedenheit bewirken, — wenn man allenfalls wegen der verschiedenen Höhe der beiden Gegenstände Correctionen anbrachte. Endlich: Seefeld und Damgast sind beinahe gleich entfernt; Unterschiede in der Refraction konnten also nur in der verschiedenen Beschaffenheit der Gegend, durch welche der Lichtstrahl ging, ihren Grund haben. Ich

bemerke dieses deswegen, weil in diesen Vergleichen doch die Gründe der verschiedenen Regeln liegen müssen, nach welchen die gleichzeitigen Erhebungen dieser Gegenstände sich richteten.

Ehe ich aber hiervon mehr sage, will ich die seit dem 28ten Julius angestellten Beobachtungen hier nach den scheinbaren Höhen des Hauses zu Damgast geordnet hersetzen. Da die Höhe dieses Hauses über dem Horizonte fast einerlei war mit derjenigen, in welcher die Kirche in Bockhorn und das höhere Haus in Seefeld erschienen, so setze ich die Beobachtungen, welche diese drei Gegenstände betreffen, ungeändert her, ausser daß ich da, wo die drei nach Seefeld gerichteten Beobachtungen nicht genau übereinstimmen, die übrigen beiden zur Correction dieser zu Rathe ziehe. Statt der beiden Gegenstände am Ufer bei Heppens aber nehme ich einen mittlern an, der jenen dreien etwa gleich an scheinbarer Höhe wäre. Die Correction, welche deshalb bei der auf den Deich gerichteten Beobachtung angebracht wird, ist indess nie sehr erheblich.

Zeit der Beobachtung.			Haus zu Damgast.	Kirche zu Bockhorn.	Höheres Haus in Seefeld.	Aus den Beob. hergeleitete Höhenänderung eines Gegenst. am Heppener Deiche.
	Tag.	St.	Min. Sec.	Min. Sec.	Min. Sec.	Min. Sec.
Aug.	20	3	— 0 44		— 0 21	
Sept.	1	8 $\frac{1}{2}$	— 0 22	— 0 21	— 0 14	— 0 12
Oct.	5	9	— 0 22	— 0 21	0 0	
Aug.	30	7 $\frac{1}{2}$	— 0 15	— 0 35	— 0 7	
Sept.	2	5	— 0 15	— 0 14	0 7	
Oct.	7	5	— 0 15	— 0 14	— 0 7	
Aug.	27	3 $\frac{1}{2}$	— 0 15	— 0 7	— 0 7	— 0 12
Sept.	5	11 $\frac{1}{2}$	— 0 7	— 0 21	0 0	— 0 7
Aug.	13	2	— 0 7	— 0 7	0 0	0 0
Sept.	8	9	— 0 4	— 0 7	0 7	
Aug.	5	9 $\frac{1}{2}$	0 0	— 0 21	0 0	— 0 12
Aug.	9	12	0 0	— 0 7	0 0	0 6
Sept.	8	11	0 0	0 7	0 7	0 17
Sept.	14	6 $\frac{1}{2}$	0 0	0 14	0 14	
Oct.	1	3	0 0	0 7	0 7	0 12
Aug.	5	5 $\frac{1}{2}$	0 4	0 0	0 7	0 5
Aug.	26	9	0 4	0 7	0 4	0 2
Aug.	2	12	0 7	0 21	0 0	0 4
Aug.	15	11	0 7	0 14	0 28	0 8
Sept.	27	2	0 7	0 21	0 7	0 16
Aug.	6	10	0 11	0 21	0 7	
Aug.	11	6 $\frac{1}{2}$	0 11	0 21	0 31	
Jul.	28	11	0 18	0 7	0 7	— 0 19(?)
Sept.	7	9	0 22	0 17	0 18	
Sept.	25	2 $\frac{1}{2}$	0 22	0 21	0 7	0 33
Sept.	6	3	0 26	0 21	0 28	
Aug.	29	9 $\frac{1}{2}$	0 29	0 41	0 30	0 4
Sept.	3	2	0 29	0 28	0 28	0 17
Sept.	29	12	0 29	0 35	0 28	0 24
Aug.	29	10 $\frac{1}{2}$	0 44	1 2	0 38	
Sept.	29	5 $\frac{1}{2}$	0 58	1 30	1 10	0 34
Sept.	11	2	1 2	1 16	0 45	
Aug.	9	4 $\frac{1}{2}$	1 6	1 16	0 42	0 30
Aug.	29	1 $\frac{1}{4}$	1 6	1 9	0 35	

Zeit der Beobachtung,			Haus zu Damgast.	Kirche zu Bockhorn.	Höheres Haus in Seefeld.	Aus den Beob. hergeleitete Höhenänderung eines Gegenst. am Heppenfer Deiche.
	Tag.	St.	Min. Sec.	Min. Sec.	Min. Sec.	Min. Sec.
Aug.	25	6 $\frac{1}{2}$	1 13	1 40	1 10	
Jul.	29	3 $\frac{1}{2}$	1 20	1 44	0 42	1 10
Aug.	29	5 $\frac{1}{2}$	1 28	1 58	1 10	
Aug.	1	2 $\frac{1}{2}$	1 31	1 44	0 52	1 17
Aug.	29	6 $\frac{1}{2}$	1 42	2 25	1 31	
Sept.	8	3 $\frac{1}{2}$	2 4	2 49	0 49	
Jul.	28	6	2 11	2 39		1 25
Aug.	1	10 $\frac{1}{4}$	2 19	2 39	1 31	
Jul.	28	5 $\frac{1}{2}$	2 26	3 0	2 13	
Jul.	28	6 $\frac{1}{2}$	2 33	3 7	1 10	0 54
Aug.	1	11 $\frac{1}{4}$	2 55	3 21	1 52	1 27
Jul.	29	7 $\frac{1}{2}$	3 17	4 58	2 34	
Sept.	30	2 $\frac{1}{2}$	3 17	3 55	2 16	1 37
Jul.	29	7 $\frac{1}{2}$	3 39	4 58	2 37	1 42
Jul.	29	6 $\frac{1}{2}$	4 1	4 44	2 41	2 16

Diese Tabelle zeigt, dass die Kirche zu Bockhorn ihre scheinbare Höhe mehr änderte, als das Haus in Damgast, und dass die Unterschiede der Aenderungen ziemlich regulär mit der Grösse der Erhebung wachsen. Dieses bestätigen die frühern Beobachtungen, es ist ja auch der zu vermuthenden Regel, dass die Refraction entferntere Gegenstände mehr erhebe, als nähere, gemäß. Die Entfernungen von Damgast und Bockhorn verhalten sich wie 1 : 1,7, die größten Variationen wie 1 : 1,2 ungefähr.

Der selben Regel gemäß, obgleich mit einigen stärkern Abweichungen, beträgt gewöhnlich die Erhebung oder Erniedrigung eines Gegenstandes am Heppenser Deiche viel weniger, als des Hauses in Damgast. Die Entfernungen verhalten sich wie $1 : 0,46$; die größten Variationen aber wie $1 : 0,5$; oder, wenn man bloß die nach dem 28sten Julius angestellten Beobachtungen nimmt, wie $1 : 0,56$.

Das schiene also anzugeben, daß der entferntere Gegenstand seine scheinbare Höhe zwar mehr ändere als der nähere, aber nicht völlig so viel, als dem Verhältnisse der Entfernung gemäß ist.

Von dieser Regel macht aber die auf Seefeld gerichtete Beobachtung eine unbegreifliche Ausnahme, welche gleichwohl von der bei weitem größten Anzahl von Beobachtungen ganz deutlich bestätigt wird. Statt daß die Gegenstände in Seefeld fast eben so große Variationen leiden sollten, als das Haus in Damgast, da die Entfernung des letztern sich zu der von Seefeld verhält, wie $1 : 0,92$; so finden sich diese fast durchgehends kleiner, als die an dem Hause in Damgast beobachteten, und bei großer Erhebung ist dieser Unterschied ganz auffallend groß. Bloß am 27sten März kommt der einzige Fall vor, daß die Seefelder Kirche etwas erheblich mehr erhoben schien, als das Haus in Damgast. Die größten beobachteten Variationen verhalten sich wie $1 : 0,66$;

und ungefähr eben so verhalten sich auch die meisten correspondirenden Beobachtungen.

Diese Verschiedenheit mußte also Folge der ungleichen Beschaffenheit der Gegend seyn, durch welche der Lichtstrahl zum Auge kömmt. Freilich sieht man keinen andern Grund; aber wie geht es dann zu, daß nicht bei der Vergleichung der Erhebungen des Hauses am Tossenser und des am Heppenfer Deiche etwas ähnliches Statt findet? Hier ging doch der Weg des Lichtstrahls durch gänzlich ungleiche Gegenden; bei dem einen über Land, bei dem andern über Wasser. Und es finden auch allerdings hier sehr große Ungleichheiten der Refraction Statt: bei einerlei Höhe des im Lande liegenden Gegenstandes erschien das Haus jenseits der Jahde zuweilen sehr hoch, zuweilen sehr niedrig; aber man findet hier keine so überein stimmende reguläre Abweichung von der Regel, als dort: und wenn man die größten beobachteten Variationen gegen einander hält, so verhalten sich die an dem Hause am Tossenser Deiche beobachteten zu denen, die an dem Hause am Heppenfer Deiche beobachtet sind, wie $1:0,96$, und die Entfernungen verhalten sich wie $1:0,83$; — daß also hierin vielmehr eine Bestätigung der ersten Regel liegt, und bloß der Unterschied Statt findet, daß nicht, wie dort, auch die einzelnen gleichzeitigen Beobachtungen sich einiger Maaßen nahe an diese Regel halten.

Die letzte Vergleichung endlich, die ich hier noch anstellen kann, betrifft die Beobachtung der beiden im Lande liegenden Häuser. Ich vermuthete nicht, daß bei einem kaum 3000 Fuß entfernten Gegenstande sich Variationen der Höhe würden bemerken lassen, und benutzte bloß den zufälligen Umstand, daß die Pfähle C, H, in der Linie nach diesem Hause zu standen, zu einem Versuche, von dem ich mir wenig Erfolg versprach. Desto angenehmer wurde ich überrascht, als ich die, mir wenigstens neue Erfahrung machte, daß auch bei diesem Gegenstande die scheinbare Höhe Aenderungen unterworfen war. Die Wichtigkeit dieser Erfahrung wird mich entschuldigen, wenn ich auch diese Beobachtungen noch ein Mal in einer geordneten Uebersicht hier wieder anführe. Wegen eines dazwischen gebauten Gegenstandes konnten die Beobachtungen nicht länger fortgesetzt werden; indess ist glücklicher Weise gerade die günstigste Jahreszeit benutzt worden.

Zeit der Beobachtung.			Haus am Tol- senfer Deiche.	Haus am Eck- warder Deiche.
	Tag.	Stunde.	Min. Sec.	Min. Sec.
Mai	21	11	— 1 0	— 0 26
Mai	18	10	— 0 30	— 0 22
April	6	9 $\frac{1}{2}$	— 0 20	— 0 9
April	12	3	— 0 20	— 0 0
Mai	5	10 $\frac{1}{4}$	— 0 20	— 0 17
Mai	20	3 $\frac{1}{2}$	— 0 20	— 0 26
Mai	25	2	— 0 20	— 0 17
April	14	8 $\frac{1}{2}$	— 0 10	— 0 9
Mai	28	10 $\frac{1}{2}$	— 0 10	— 0 13
April	9	10 $\frac{1}{4}$	0 0	— 0 9
April	12	8	0 0	— 0 0
April	25	11	0 0	— 0 9
Mai	16	2 $\frac{1}{2}$	0 0	— 0 9
Mai	26	5	0 0	— 0 0
Mai	21	7	0 20	— 0 0
Mai	4	5 $\frac{1}{2}$	0 30	— 0 4
April	6	5 $\frac{1}{2}$	0 40	— 0 13
Mai	18	7 $\frac{1}{2}$	0 40	— 0 9
Mai	25	6 $\frac{1}{4}$	0 40	— 0 0
April	26	6	0 50	— 0 9
April	9	5	1 0	— 0 43
Mai	25	7 $\frac{1}{4}$	1 0	— 0 17
April	9	6	2 40	— 0 52
April	7	6 $\frac{1}{2}$	3 20	— 0 52

Die Entfernungen dieser beiden Gegenstände verhielten sich wie 1 : 0,13, und die beobachteten größten Variationen wie 1 : 0,3. Bei dem nähern Hause mochte indess der Umstand, daß der Lichtstrahl ganz nahe über dem Deiche hin ging, die Höhenänderung wohl vermehren.

Schnelle Aenderungen der Refraction.

Um unsre Kenntniſſe von den Urfachen der Variationen, denen die Refraction unterworfen iſt, weiter zu bringen, ſcheinen beſonders die Beobachtungen wichtig zu ſeyn, wo mit ſchneller Aenderung der Refraction zugleich andere Umſtände eintrafen, die als Urfache derſelben betrachtet werden können.

Mehrere auch im Verzeichniſſe der Beobachtungen angeführte Erfahrungen ſtimmen darin überein, daß, wenn die Luft plötzlich kalter wird, alle Mahl die Erhebung abnimmt. So änderte ſie ſich am 29ſten März und 27ſten April, als ein kalter Wind zu wehen anſang; am 9ten April und 29ſten Jul. Abends, als die Sonne hinter Wolken ging; am 26ſten Jul., als ein dicker kalter Nebel ſich über die Gegend ausbreitete; und am 3ten Mai ſchien ſie wenigſtens etwas abzunehmen, als es in der Gegend des beobachteten Objekts anſang zu regnen. Dieſes harmonirt auch recht gut mit der, (wie ich glaube, bekannten) Bemerkung, daß im Sommer an rauhen, allenfalls etwas ſtürmiſchen Tagen, z. B. nach Gewittern, die Gegenſtände ſehr niedrig erſcheinen, an ſchwülen Tagen aber, beſonders wenn dabei Windſtille herrſcht, die Erhebung ſtark iſt. Aber ganz allgemein paßt doch auch dieſe Regel nicht; denn zuweilen erſcheint ein Gegenſtand hoch erhoben, während andere ganz wenig höher erſcheinen, als ſonſt. Der Nachmittag des 9ten Aprils glebt zu dieſer Be-

merkung den Beweis, bietet aber noch mehrere Merkwürdigkeiten dar, die ich etwas vollständiger darstellen muß. Die Refraction war sehr veränderlich, wie sie das in den Fällen, wo so starke Erhebung Statt findet, gewöhnlich zu seyn scheint; aber da damahls die Beobachtungen lange genug fortgesetzt wurden, so zeigte sich etwa Regelmäßiges in diesen Aenderungen. Gegen 4 Uhr war die Bockhorner Kirche sehr hoch erhoben, das Haus in Damgast etwas weniger, etwa in dem Verhältnisse, welches der ungleichen Entfernung angemessen ist; aber nach 5 Uhr hatte sich die scheinbare Höhe der Bockhorner Kirche schon vermindert, während die des Hauses in Damgast erst völlig ihren größten Werth erreichte. Von da an nahm zwar auch die Erhebung des letztern ab, aber langsamer, als die der Bockhorner Kirche, weshalb um 6 Uhr das Haus mehr erhoben schien, als die Kirche. Um diese Zeit war die Höhe der Kirche am kleinsten und fing wieder an zu wachsen, während das Haus in Damgast fortdauernd sich erniedrigte und erst später seine kleinste Höhe erreichte. Alle Aenderungen erreichten also an dem nähern Hause in Damgast später ihr Maximum, als an der fast in derselben Linie liegenden Kirche zu Bockhorn. Eben so trat der größte Werth der Erhebung bei der Seerfelder Kirche und dem Hause am Heppenser Deiche wieder zu ganz anderer Zeit ein. Ich war anfangs geneigt, mir diese Aenderungen aus einer

Dunstmasse zu erklären, die wie eine Wolke, obgleich dem Auge unsichtbar, von Bockhorn her über die Jähle zöge. Aber bei dem Nordwinde konnte doch schwerlich ein solcher Zug von Süden her Statt finden: auch müßte man schon mehrere solche Wolken annehmen, um zugleich die Zeiten der größten Erhebung für die übrigen Gegenstände heraus zu bringen. Indefs wird die Vorstellung, daß manchemahl das stärker brechende Medium nur einzelne Gegenden umgebe, auch dadurch gerechtfertigt, daß man die Spiegelung oberwärts, die zuweilen mit der starken Erhebung verbunden ist, nie an allen Gegenständen, deren Entfernung auch ganz ähnlich ist, zugleich sieht. Ich werde von dieser Erscheinung gleich noch etwas mehr sagen, und vorher nur noch einer Beobachtung über schnelle Zunahme der Erhebung erwähnen.

Bei den ersten Beobachtungen, nämlich in den heitern, warmen Tagen des März und Aprils, nahm gegen Sonnen Untergang die scheinbare Höhe des Hauses am Toffenser Deiche, wohin die Gesichtslinie ganz über Land ging, sehr schnell zu. Am 26sten März ist die Beobachtung darüber am entscheidendsten; aber auch am 9ten April und an andern Tagen bemerkte ich diese Aenderung. Bei spätern Beobachtungen ist mir dieses nicht wieder vorgekommen, ob ich gleich z. B. am 29sten August besonders darauf achtete: ich muß es daher unentschieden lassen, ob meine erste Vermu-

thung, daß das Aufsteigen des Thaues mit dieser Aenderung in Verbindung stehe, hinlängliche Gründe für sich habe.

Einige Beobachtungen über die Spiegelungen.

Daß mit starker Erhebung zuweilen eine Erscheinung verbunden ist, die ungefähr so ausseht, als ob über einem Gegenstande sein Bild, wie gespiegelt, schwebe, habe ich eben schon erwähnt, und es ist auch sonst bekannt.*) Bei den Beobachtungen am 28sten März und 9ten April konnte ich nicht deutlich entscheiden, wie fern die Erscheinung eigentlich Spiegelung heißen kann. Ueber jedem höhern Gegenstande schwebte ein sehr verzerrtes, unkenntliches Bild, das sich zuweilen sehr lang gezogen bis an den Gegenstand selbst herab erstreckte. Indefs erinnere ich mich früherer Beobachtungen, wo das Bild deutlich als das *umgekehrte* des darunter liegenden Haupte u. s. w., erschien. Das lang verzerrte ist also wohl

*) Die älteste ähnliche Beobachtung ist vielleicht die, welche Lichtenberg mir bei Gelegenheit der von Hrn. Woltmann der Göttingischen Societät vorgelegten Beobachtungen mittheilte. Sie wurde am 10ten Aug. 1759 angestellt und ist im *Gentleman's Magazine*, 1793, Jul., pag. 601, beschrieben.
Br.

nur das, was man bei der Abspiegelung auf den Wellen eines Wassers sieht.

Diese Spiegelung erstreckte sich immer nur auf sehr beschränkte Gegenden; — z. B. am 28sten März erschienen die östlichen Häuser des Dorfes Damgaß oberwärts gespiegelt, aber die westlichen nicht. Diese Erscheinung, verbunden mit dem Hervorragen der entfernten, sonst verdeckten Gegenstände, wodurch man in Stand gesetzt wird, ganze Gegenden zu übersehen, aus denen man sonst etwa nur ein Paar einzelne Kirchthürme zu sehen gewohnt ist, gewährt zuweilen einen so überraschenden Anblick, daß man in Versuchung kömmt, zu glauben, es sey eine ganz andere Gegend als die gewöhnliche.

Viel häufiger kömmt die *Spiegelung unterwärts* vor, auch sieht man bei derselben, wenigstens da, wo man über Wasser hinsieht, meistens das Bild sehr bestimmt als umgekehrte Abbildung des zugehörigen Gegenstandes. Diese Spiegelung ist auch darin regulärer, daß zu einerlei Zeit *alle* Gegenstände, die gleich entfernt, gleich hoch, u. s. w., sind, sich gespiegelt zeigen. Wenigstens habe ich nie gesehen, daß, während einige Gegenstände gespiegelt erschienen, andere dicht dabei, wie bei der Spiegelung oberwärts, sich ungespiegelt gezeigt hätten. Die Spiegelung wird desto deutlicher sichtbar, je niedriger man die Lage des Auges wählt, und aus höhern Standpunkten sieht man die Gegenstände seltner gespie-

gelt. Das Bild des Gegenstandes scheint meistens kleiner, als der Gegenstand selbst. Ich fand z. B. am 20ten August um 3 Uhr, als das Haus zu Damgast auch in dem höhern Standpunkte gespiegelt erschien, die Vorragung des Hauses über den Deich $\approx 1' 2''$, die Vorragung des Bildes über die Gränze des abgesehenen Deichs $\approx 0' 40''$, und ein ziemlich ähnliches Verhältniß zwischen der GröÙe des Gegenstandes und des Bildes fand ich einige Mal auch im niedrigen Standpunkte bei der Bockhorner Kirche. Uebrigens ist diese Spiegelung immer mit sehr geringer Erhebung verbunden, und vielleicht mit einer wahren Erniedrigung, oder unterwärts gekrümmten Brechung des Lichtstrahls, und es liegt dabei eine Schicht Dunst über der Erd- oder Wasserfläche, die, wenn man das Auge zu tief herab bringt, den Gegenstand ganz verbirgt.

Diese Dunstschicht ist sehr merkwürdig. Ueber der Erdoberfläche bemerkt man sie nicht bloß da, wo diese eben ist, sondern sie umgiebt auch die höhern Gegenstände, z. B. unsere Deiche. Sieht man an einer langen geraden Deichstrecke hin, so verbergen sich die entfernten Gegenstände, wenn man das Auge der Oberfläche des Deichs nähert, ebenfalls in Dunst, ob sie gleich bei gleicher Höhe des Auges anderswo recht gut zu sehen sind. Der Wind treibt diesen Dunst nicht weg, ob man gleich eine der Richtung des Windes gemäÙe wellenförmige Bewegung an den gespiegelten Gegenständen

händen bemerkt, die besonders da, wo man Spiegelung über einer trockenen Erdoberfläche sieht, sehr stark ist. Es scheint also, als ob ein fortdauernder Niederschlag, (wenn es so heißen kann,) den Abgang ersetzt. Ob dieser Dunst auf das Hygrometer wirkt, habe ich noch nicht untersuchen können. Ich weiß nicht, ob es von andern geschehen ist. *)

In den hiesigen flachen Gegenden sieht man im Fröhlinge sehr oft auch die im Lande liegenden Gegenstände gespiegelt. Heitere Tage, in dieser Zeit, in der es am Tage warm und Nachts noch kalt ist, scheinen dazu am günstigsten; denn mitten im Sommer und auch im Herbst erinnere ich mich nicht, es gesehen zu haben. Doch kann dieses bei andern Localumständen anders seyn, so wie auch bei der Aussicht über Wasser dieses Phänomen nicht an eine bestimmte Jahres- oder Tageszeit gebunden ist. Bei der Aussicht über Land hingegen dauert die Spiegelung selten bis lange

*) Höchst wahrscheinlich ist dieser Dunst bloß Täuschung; dasselbe, was andern als eine Wasserfläche erschien, nämlich eine Spiegelung des Theils des Himmels, der sich hinter den Gegenständen befindet, die sich spiegeln. Das scheinbare Wellen rührt vermuthlich von der großen Veränderlichkeit in der Schicht der größten Dichtigkeit her, die besonders dann Statt findet, wenn über den wärmern Erdboden ein kälterer Wind hinstreicht.

d. H.

nach Mittag, und späterhin tritt stärkere Erhebung ein.

Dieses ist ungefähr das Wichtigste, was ich unter meinen Beobachtungen finde. Zu vielen Aufschlüssen über die Phänomene der Refraction haben sie zwar noch nicht geführt; aber ist es denn nicht schon wichtig, nur erst die fest verschlungenen Knoten kennen zu lernen, auf deren Auflösung es hier ankömmt?

II.

*Ueber die Fata Morgana
und ähnliche Phänomene,*

vom

DR. CASTBERG
in Kopenhagen.

Dieses ist die Ueberschrift eines schätzbaren Aufsatzes in der *Nyt Bibliothek for Physik, Medicin og Oeconomie*, udgivet af Carl Gottlob Rafn, B. 4, S. 239 — 302, und S. 351 — 410, *Kjobenh.* 1802, in welchem Herr Dr. Castberg alles zusammen gestellt und mit Sachkunde beurtheilt hat, was bis jetzt über die räthselhafte Fata Morgana und über die so genannten Luftspiegelungen bekannt ist. Hierbei haben ihm besonders die vielen Abhandlungen, welche die *Annalen* über diese und verwandte Erscheinungen enthalten, zum Leitfaden gedient. Es wird daher genug seyn, wenn man hier den Inhalt des Aufsatzes im Detail angegeben, und nur das, was dem Verfasser eigenthümlich ist, oder Nachrichten über die Fata Morgana, die nicht in den *Annalen* stehn, heraus gehoben findet.

Nach einer kleinen Einleitung handelt Hr. Dr. Castberg erst von den optischen Illusionen, (S. 243 — 248,) dann von der Fata Morgana

na zu Reggio und den Luftspiegelungen im Allgemeinen, (S. 249 — 302, und S. 351 — 382.) Hier spricht er erst über den Namen, dann von den Schriftstellern, die ihrer gedenken, in chronologischer Folge. Unter diesen sind Thomas Facellus und Athanasius Kircher die ältesten, wiewohl schon Pomponius Mela, Plinius und der Armenier Haithon ähnliche Erscheinungen erwähnen.

Pomponius Mela erzählt nämlich, in Mauritanien gebe es beim Atlas Länder, wo durch Gespenster zwischen Bergen die Bewegungen der Menschen nachgemacht würden; Plinius, gedenkt einer Landschaft in Scythien, wo sich große Heere von Menschen und Schafen in der Luft sehen ließen; und Haithon sagt, am Obi gebe es eine Landschaft, wohin keiner kommen könne, wegen einer Menge Gespenster, die sich über dem Flusse sehen ließen.

Die Beschreibung, welche sich beim Facellus, *de rebus Siculis*, Decad. 1, Lib. 2, Cap. 1, findet, ist folgende: „Mit frühem Tage, wenn die Morgenröthe beginnt, sieht man oft, wenn sich der Sturm gelegt hat und die Luft still ist, verschiedene Figuren von Menschen und Thieren, von welchen einige unbeweglich bleiben, andere, und zwar die meisten, entweder in der Luft laufen, oder mit einander streiten, welches alles verschwindet, wenn die Sonne vorkömmt und ihre Wärme verbreitet.“

Der bekannte Jesuit und Physiker Athanasius Kircher hielt sich im Jahre 1636 einige Tage zu Messina auf, und machte auch die Reise nach Reggio hinüber, um über diese Phänomene etwas zu erfahren. Es glückte ihm aber nicht, sie selbst zu sehen, daher ist seine Beschreibung nur aus dem Berichte der Eingebornen entlehnt. Er sagt davon in seiner *Ars magna lucis et umbræ*, p. 2, c. 1, parast. 1: „Meistens wenn die Sonne recht stark scheint und die mamertinische See erhitzt, stellt die Natur eine unerschöpfliche Menge Malereien dar, und läßt sie vornehmlich über dem Meere sehen, welches die Bay von Reggio bildet. Da öffnet sich in der dunstvollen Luft plötzlich ein Schauplatz sehr verschiedener Dinge, mit so vielen Aufzügen, daß wohl kaum etwas in der Natur ist, das hier nicht gesehen würde. Es erscheinen in Ordnung aufgestellte Festungen, Palläste und andere zierliche Häuser; eine unzählige Menge Säulen in Reihen geordnet; Cypressenbäume; große Landschaften, erfüllt mit Menschen; große und kleine Schaafherden; alles mit einer solchen Verschiedenheit der Farbe, mit so künstlicher Mischung von Licht und Schatten, und so lebendigen Geberden, daß wenigstens menschliche Kunst nichts gleiches hervor zu bringen vermag. Man nennt dieses Gesicht zu Reggio *Morgana*.“

Ueber dies findet sich in dem angeführten Werke Kircher's ein Brief des Jesuiten Igna-

tius Angelucci zu Leon Sanctius zu Rom, geschrieben in Reggio, 1653, in welchem er die Morgana, die er am Tage von Mariä Himmelfahrt aus einem Fenster in Reggio gesehen habe, beschreibt, und zwar, wie folgt: „Das Meer, welches an Sicilien stößt, schwoll in einer Länge von 10 Meilen auf, und glich einem großen Berge. Etwas von Calabriens Landstrecke wurde im Augenblicke verwandelt zu einem durchscheinenden Kry stall, welcher wie ein Spiegel aus sah, und mit der Spitze den beschriebenen Wasserberg berührte, indess er mit dem Fusse an das übrige Calabrien stieß. In diesem Spiegel zeigte sich gleich eine Reihe von Säulen von etwas bleicher Farbe, wohl über 10000 an der Zahl, alle gleich hoch und alle gleich weit von einander. Im Augenblicke verschwanden diese und verwandelten sich in Kanäle oder Wasserleitungen, wie die zu Rom. Oben auf dem runden Bogen, wo die Kanäle waren, gestaltete sich eine Sammlung von allerhand Figuren und Säulen. Oben auf diesen kamen schöne Schlösser, welche auf einem großen Platze standen und alle einerlei Form und Farbe hatten. Zwischen diesen Schlössern war eine Menge Thürme von gleicher Beschaffenheit. Diese Thürme verwandelten sich zu einem von Säulen unterstützten Schauplatze. Dieser Schauplatz breitete sich aus und verschwand zu den Seiten. Endlich entstand eine Menge Bäume. Und alles das verschwand und wurde zu Meer, da ein sanfter Wind über die Fluthen strich.“

Pilati, (*Voyages en differ. pays de l'Europe*, Haye 1777, p. 220,) Brydone, (*Reisen durch Sicil.*, a. d. Engl., Leipz. 1774,) Sestini, (*Briefe aus Sicilien*, Leipz. 1781, S. 22,) erwähnen kürzlich einer Morgana, die sie vom Aetna herab sahen. [Auch Hrn. Seume zeigte sich auf dem Aetna ein ähnliches Phänomen.]

Zuletzt handelt H. Dr. Castberg umständlich von Minasi's Schrift, (*Ann.*, XII, 20,) aus der er einen Auszug giebt. Minasi's Meinung, daß sich das Meer durch entgegen kommende Strömungen erheben könne, widerlegt er, und auch er glaubt, daß Minasi's Kupfer wohl nach seiner Theorie, aber nicht nach der Natur entworfen sey. Minasi's See-Morgana ist eine Chimäre.

Von diesen Beschreibungen wendet sich der Verfasser (Seite 263) zu den *Hypothesen* über die Fata Morgana zu Reggio, welche ihn zu den so genannten Luftspiegelungen führte. Erst die Erklärung Kircher's, der auch Schott folgt. Dann die Hypothese Minasi's und was Nicholson bei Gelegenheit derselben äußert, (*Annal.*, XII, 31.) Huddart's Beobachtungen können bei Erklärung der Morgana nicht zum Grunde gelegt werden. Diese Beobachtungen werden beschrieben. (S. *Ann.*, III, 257.) Wrede's Beobachtungen aus den *Ann.*, XI, 421, umständlich, wobei Wrede seiner Genauigkeit wegen sehr gelobt wird; seinen Beobachtungen über die Luft-

spiegelung ließen sich in dieser Hinsicht höchstens Wollaston's Beobachtungen, (*Ann.*, XI, 1,) an die Seite setzen, welche hier ebenfalls im Kurzen mitgetheilt werden. Herr Prof. Gilbert verspricht am Schlusse seiner Bearbeitung von Wollaston's Aufsätze, die Fata Morgana aus der irdischen Strahlenbrechung genügend in einem der folgenden Hefte der Annalen zu erklären, [das nicht, ich hoffte nur aus den dort aufgestellten Resultaten ein genügenderes Licht über die Fata Morgana verbreiten zu können, G] hat dieses Versprechen aber noch nicht erfüllt; doch hat er in den Anmerkungen zu Minafi's Aufsätze einiges über den Inhalt dieser Abhandlung vermuthen lassen. Er sagt, u. s. f. [Jene Aeußerung sollte bloß auf diese Bemerkungen gehen; denn mehr als sie zu geben sehe ich mich außer Stande, ich müßte denn einmahl so glücklich seyn, selbst eine Fata Morgana zu sehen. G.] — Nun folgen Woltmann's Beobachtungen, (*Ann.*, II, 397,) ziemlich ausführlich. Eben so Büsch'en's Wahrnehmungen, (*Ann.*, III, 290,) wobei auch Gruber angeführt wird.

„Ich habe nun,“ (sagt der Verf. am Schlusse des ersten Theils seiner Abhandlung,) „die Meinungen der Naturforscher, welche die Fata Morgana für eine so genannte Luftspiegelung halten, dargestellt; wenn man aber die angeführten Beobachtungen über die Luftspiegelung mit der obigen Beschreibung der Fata Morgana vergleicht, so läßt

Ich schwerlich diese Erklärung mit Grunde annehmen.“ — Diese Aeußerung führt Hr. Dr. Castberg zu Anfang der Fortsetzung seines Aufsatzes weiter aus, nachdem er zuvor die sonderbare Meinung des D. Reinecke von der Fata Morgana widerlegt hat. (Vergl. *Ann.*, XII, 30, Anm.) Nimmt man Luftspiegelung für die Ursache derselben an, so ist die Frage: wo sind die Objekte zu sehen? und wenn tritt sie ein?

Etwas über den Grundriß der Meerenge bei Messina, und einige Gründe des Prof. Gilbert, daß Messina der Gegenstand der Spiegelung sey. (*Ann.*, XII, 25, Anm.) Diesen Gründen setzt Herr Dr. Castberg S. 357 f. folgendes entgegen:

„Reggio's Fata Morgana kann nicht in Luftspiegelung bestehen, wenigstens nicht in solcher, deren wirkliches Objekt Messina ist, denn“

„1. ist geringe oder keine Aehnlichkeit zwischen Luftspiegelungsphänomenen und der Fata Morgana, wie sie uns die Beschreibungen schildern. Diese reden alle von Bildern in der Luft, welche sich, (wie aus den Berichten zu erhellen scheint,) in einem weit kleinern Abstände als die sicilianische Küste zeigen. Gilbert findet, wie schon gesagt, den Abstand für eine Luftspiegelung zu geringe; allein mehrere der angeführten Beobachtungen zeigen, daß er groß genug sey, und ich getraue mir, zu behaupten, daß er zu groß ist, als daß man die Entstehung der Fata Morgana auf diese Art erklären könne. Denn alle Be-

schreibungen reden sehr bestimmt von einzelnen Figuren, wie Bäume, Menschen, Thiere, u. s. f., die sich präsentiren. Nun denke man aber eine Stadt 6500 Toisen entfernt; wird es da nicht viele geben, welche kaum die wirklichen einzelnen Bilder mit bloßen Augen sehen, geschweige denn die umgekehrten und abgspiegelten Gegenstände? So wohl Wrede als Woltmann mußten sich der Fernröhre bedienen, um einzelne Figuren zu betrachten; die Fata Morgana wird aber mit bloßen Augen gesehen. Man nehme nur Minalli's Zeichnung, (welche in Hinsicht der Luft-Morgana doch wohl einigen Glauben verdient, da dieselbe Abbildung seine Hypothese von derselben weder bestärkt noch schwächt,) und man wird wahrnehmen, daß die Luft-Morgana sich in einem viel geringern Abstände zeigt, als die Breite der Meerenge beträgt, zu geschweigen, daß seine Zeichnung nichts weniger als dem Spiegelbilde einer Stadt gleiche. Und doch muß man vermuthen, daß er wenigstens einmahl Augenzeuge des Phänomens gewesen ist.“

„2. Wäre der Gegenstand der Fata Morgana Messina, das man mit einer Luftspiegelung erblickte, so würde man dieses wissen. Die Einwohner Reggio's würden die Stadt kennen, da die Luftspiegelung am Ansehen nichts ändert. Unfehlbar würde man erzählen, Messina werde bisweilen, hoch über die Erde erhaben, mit doppeltem Bilde gesehen. Und warum sollte dieses nicht allgemein bekannt seyn, da

doch anderer Orten, wo Spiegelungen oberwärts oder herabwärts die Gegenstände veränderten, ja, selbst unter dem Horizonte liegende Landstrecken erhoben, die rechten Objekte von den Zuschauern erkannt wurden? Latham beschreibt z. B. ein solches Phänomen, wo sich die französische Küste erhob.“

„3. Bestünde die Morgana in Luftspiegelung, so würde diese doch ohne Zweifel durch Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit hervor gebracht, welche über dem Sunde schwebten, und durch Brechung der Lichtstrahlen, welche durch diese strichen. Da dann die Ursache der Luftgebilde sich eigentlich mitten zwischen beiden Küsten befände: so müßten auch beide gleich bequem zum Objekte dieser Bilder seyn, und das Phänomen auf beiden Seiten der Meerenge zugleich gesehen werden; Reggio müßte den Messinern so verändert erscheinen, als Messina den Bewohnern Reggio's. Allein man hört nicht, daß die Morgana auch von Sicilien gesehen werde, wenigstens ist mir nicht bekannt, daß ein Reisender dieses berichte. Sestini sah sie zwar vom Aetna, aber nicht über der Enge von Messina.“

„4. Wenigstens sagen alle Beschreibungen der Morgana, daß sie bei stiller See und stiller Luft erscheine, und so bald ein sanfter Wind zu wehen beginnt, verschwinde. Der Wind ist also dem Phänomene ungünstig, da er doch bei der eigentlichen Luftspiegelung dieser sehr beförderlich ist,

um Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit zu verursachen.“

„5. Ferner werden in den Beschreibungen Gegenwart der Sonne, klare Luft und warmes Wetter als Bedingungen genannt, unter denen sich die Morgana zeigt. Dagegen wird die bloße Luftspiegelung auch ohne Sonnenschein, selbst ohne klaren Himmel wahrgenommen.“

„6. Wie ich vorhin angeführt habe, so stellt Prof. Gilbert auch die Hypothese auf, daß die Fata Morgana, oder vielmehr Minasi's Sea-Morgana, eine ungewöhnliche Erhebung einer sonst unter dem Horizonte von Reggio liegenden Küste Siciliens seyn könne, welche in der Luft-Morgana vielleicht mit einer Spiegelung aufrecht verbunden wäre. Ich muß dagegen aber wieder einwenden, daß die Einwohner Reggio's eine solche Küste bald erkennen würden. Auch zieht sich das sicilianische Gestade, bei Reggio vorbei, südsüdwestlich und tritt hier immer weiter und weiter zurück. (S. Fig. 2, Taf. II.) Nach seiner Vorstellung müßte die Fata Morgana also von Reggio in Süden oder wenigstens in Südwest erscheinen. Angelucci, vielleicht der genaueste Beschreiber von allen, sah sie aber gegen Norden, bei der Küste Calabrien, welche Messina gegen über liegt.“

„Diese Gründe halte ich für zureichend, um nicht ferner das Objekt einer Luftspiegelung in Sicilien zu suchen.“

„In der Meerenge kann dieses Objekt auch

nicht seyn, denn da liegt weder Insel noch Klippe, die aus dem Wasser hervor ragten, einige kleinere Inseln vor Capo Cenide ausgenommen, die aber so nahe beim Vorgebirge sind, daß man sie mit diesem in Hinsicht einer Spiegelung für eins annehmen kann. Sonst hat diese Meerenge nichts, was sie vor andern auszeichnete, es sey denn, daß man die ehemahls berühmten Scylla und Charybdis hierher rechnen wollte. Auch wird wohl keiner die von diesem unruhigen Meere aufsteigenden Wasserdünste für Objekte der Morgana halten wollen.“

„Das wirkliche Objekt der Luftspiegelung wäre also nur auf der calabrischen Küste zu suchen, und dafür scheint auch Angelucci's Beschreibung sehr zu sprechen. Nur, wenn man, nach ihm, Capo Cenide und die davor liegenden Inseln für den Gegenstand der abgespiegelten Bilder nehmen wollte, so gehörte wohl eine sehr lebhaft e Einbildungskraft dazu, so sehr verschiedene Gegenstände wahrzunehmen, da auf diesem Vorgebirge und den kleinen Inseln weder Thürme, noch Palläste, noch Wasserleitungen sind. Auch haben wir hier immer noch eine Entfernung von 6500 Toisen, die, wie gesagt, zum deutlichen Sehen zu groß scheint.“

„Wie wäre denn nun aber die Fata Morgana zu erklären? Besteht sie aus Urbildern oder nicht? d. h., sind ihre Erscheinungen bloße Luftgebilde oder Repräsentation von Dingen, die wirklich am

Lande befindlich sind? Das erstere ist nicht gut möglich, da weder Wolken noch Wasserdünste regelmäßige Gestalten geben können. Ist aber das letztere der Fall, so kann, meiner Meinung nach, nur Reggio selbst mit seinen Häusern und Thürmen das Objekt der abgebildeten Gegenstände seyn.“

„Gewöhnliche Spiegelung kann hier, aus schon angeführten Gründen, nicht Statt haben. Eben so wenig läßt sich in den Wasserdünsten, oder, mit Kircher, in Dünsten, die vom Strande aufstiegen, eine durchsichtige und zugleich spiegelnde Perpendicularfläche denken, worauf alles erscheinen sollte. Daher möchte das Ganze wohl nur aus *Schattenbildern* bestehen, welche bei der Lage der Stadt Reggio, bei gewisser Stellung der Sonne, und bei der ebenen Beschaffenheit der Gegend nach Südost zu, recht gut möglich sind, da wir noch dazu an den Nebeln, die früh über der Meerenge schweben, ein so gutes Feld für die Abschattungen haben. Die verschiedenen Thürme, Häuser, u. s. w., die durchaus vergrößerten Gegenstände, die Regenbogenfarben an den Rändern, und die sich bewegenden Nebel würden wohl ziemlich das, was Minafi beschreibt, nachbilden.“

„Zeit, Witterung und andere Umstände, unter denen die Fata Morgana erscheint, stimmen zu dieser Erklärung. Facellus sagt, sie entstehen mit dem Morgenroth; Angelucci sah sie

auch früh am Morgen; und nur Minasi sagt, daß die Sonne unter 45° die Erde bescheinen müsse, wenn sie entstehen solle, welcher Winkel aber wohl nur seiner Theorie zu Gefallen angenommen ist. Er selbst sagt, daß die Luft-Morgana sich in Däunsten bilde, welche durch Sonnenwärme, Wind und Meeresbewegungen zerstreut würden. Auch dieses paßt für meine Erklärung.“

„Die Richtung, in welcher man die Morgana nach dieser Erklärung sehen müßte, wäre in Nordost, oder wenigstens nördlicher als die Stadt; welches auch mit Angelucci überein kommt. Die Zeichnung, Fig. 3, Taf. II, giebt eine Idee, wie dieses Phantom nach meiner Meinung entsteht und wie die Sonne, das Objekt, und der Nebel dabei stehen müßten. Was dieser Erklärung hauptsächlich entgegen seyn würde, sind 1. die unendlichen Vervielfältigungen, von denen die Beschreiber der Morgana reden, und die hier nicht Statt haben können, wenn sich gleich viele einzelne Häuser und Gegenstände Reggio's abbildeten; und 2. die prachtvollen Scenen, zu denen sich schwerlich Gegenstände in Reggio möchten auffinden lassen. Sollte aber dabei nicht viel Uebertreibung seyn. 3. Wird in den Beschreibungen von farbigen Bildern gesprochen; hat man nicht bloß farbige Ränder, sondern die natürlichen Farben der Bilder gesehen, dann würden es freilich keine Schatten, sondern Luftspiegelungen seyn.“

Herr Dr. Castberg beschließt diese Bemerkungen mit Bouguer's und Condamine's Beobachtungen solcher Schattenbilder mit farbigen Rändern auf dem Pambamarka, und mit der Beschreibung des so genannten Brockengespenstes, (*Ann.*, XII, 24,) und einer ähnlichen Wahrnehmung in Norwegen.

Er wendet sich darauf S. 382 zu den Nachrichten über die Fata Morgana in andern Ländern. Hier erst umständlich die Erscheinungen, welche Giovane beschrieben hat, (*Ann.*, XII, 1.) Ferner nach Ström, (*Beskrivelse over Søndmør*, Deel 1, 429,) eine Erzählung von Erhebungen in Norwegen, wo kleine Inseln und Klippen nicht bloß über das Meer erhöht scheinen, sondern auch einen Haufen artiger und schnell abwechselnder Figuren darstellen. Dann Prof. Wilse's Nachricht von den Spiegelungen über dem Flusse Glommen in Norwegen, (*Ann.*, III, 566,) und die von Cranz beschriebenen Erscheinungen an den Kooköer in Grönland. — Endlich aus Schweden die so genannten Inseln der Meerfrau Gunilla, (*Gunilas Oerar*), welche Pontoppidan für feine Kraken oder Sjöhorsven hielt, nach Herrn Wetterlin's Untersuchung aber bloße Spiegelungen der äußersten stockholmschen Scheren sind.

Diejenigen, welche Gelegenheit haben, an Ort und Stelle dergleichen Phänomene zu beobachten, sollten erstens das wahre Objekt zu finden suchen, und dann zweitens Beobachtungen
über

über die Luft, durch welche die Lichtstrahlen
gehn, anstellen, und, wo möglich, ihre Be-
wegung, Dichtigkeit, Wärme, Durchsichtigkeit,
Feuchtigkeit und Electricität bestimmen.

Noch einiges von der *Erhebung* der Land-
strecken, (Opildring,) so wohl von einfachen Er-
hebungen, als von Erhebungen mit Spiegelung. —
Latham's Beschreibung der Erhebung der fran-
zösischen Küste den 26sten Julius 1797, (*Ann.*, IV,
142,) ausführlich.

„Alle solche Phänomene sind als Prognosti-
ca in Hinsicht der Witterung anzusehen. Mei-
stens folgt ihnen ein Sturm. Man kann sich zwei
Fälle denken, wie diese Luftspiegelungen Vorbo-
ten des Sturmes seyn können: entweder ist schon
eine sanfte und uns unmerkliche Bewegung der
Luft vorhanden, wodurch eben die Schichten von
verschiedener Dichtigkeit entstehen; oder der zu-
künftige Sturm comprimirt ohne alle andere Be-
wegung die Luft, wodurch unsere Gesichtslinien
gehen, und bringt dadurch eine grössere Refra-
ction derselben zuwege.“

„Eine genaue Kenntniß dieser Phänomene
möchte dem Seemann von grossem Nutzen seyn.
Sie könnten ihm den Sturm vorher verkündigen;
sie können ihn aber auch ein Land erblicken las-
sen, wo er keins findet, und daher Correctionen
in mancher Angabe nothwendig machen. Ein
Beispiel giebt die kleine Insel Alboran, gleich
innerhalb der Straße von Gibraltar, deren An-

sicht und Lage so manchen Täuschungen unterworfen sind, daß einige Seefahrer sogar das Daseyn dieser Insel bezweifelt haben. Noch neulich sah man sie von einem dänischen Kriegsschiffe, welches in das mittelländische Meer fuhr, auf dem Hinwege sehr deutlich, allein bei der Rückkunft war auf demselben Flecke nichts von ihr wahrzunehmen.“*)

Beim Schlusse seines Anfsatzes trägt Herr Dr. Castberg noch einige Ergänzungen nach:

1. Unter den Schriftstellern, welche, über die Fata Morgana geschrieben haben, werden in Volkmann's Nachrichten über Italien noch erwähnt: Gallo im ersten Banda seiner Opuscoli ein Jesuit Giardina; und Leanti, einer der neuesten und besten Autoren, dessen Beschreibung aber übertrieben scheint.

2. Wie oft die Fata Morgana bei Reggio gesehen wird, darüber ist unter den Schriftstellern

*) Hierher gehört auch die fabelhafte Insel St. Brandon, welche noch in dem Vergleich, durch den im J. 1519 Portugal die canarischen Inseln an Spanien abtrat, mit unter den canarischen Inseln, als die Nie-gefundene (*Non-trubada* oder *Encubierta*) genannt wird, und die, wie Bory de St. Vincent in seinen *Essais sur les Isles fortunées* meint, vermuthlich auf Trug von Seefahrern beruhe, welcher viele bethört habe. Taffel erwähnte diese Insel zum Wohnsitze der Armida.

d. H.

keine Uebereinstimmung. Minasi sagt, jede sechste Stunde; nach Volkmann gehn bisweilen über 12 Jahr hin, ohne dafs dieses Phänomen wieder gesehen wird.

3. Was die Hypothesen zur Erklärung der Fata Morgana betrifft, so sucht Brydone gar den Grund derselben in atmosphärischer Electricität, und meint, sie sey gleicher Natur als das Nordlicht.

4. Dänische Schiffer, welche die Fata Morgana gesehen haben, versichern, sie zeige sich über der Meerenge in Wasserdünsten.

III.

*Eine neue merkwürdige Beobachtung über
die verschiedenen Arten der Electricität,
welche fein gepulverte färbende Substan-
zen durchs Durchpulvern für sich, und
in Verbindung mit einander, als
Gemenge, annehmen,*

von

ADOLPH TRAUÖOTT VON GERSDORF
auf Meßersdorf.

Schon vor zwei Jahren hatte ich mich mit Ver-
suchen über die merkwürdigen und ergötzenden
Erscheinungen beschäftigt, welche man erhält,
wenn man über einen Harzkuchen isolirte metal-
lene Spitzen stellt, auf den Draht derselben Fun-
ken aus positiv und negativ geladenen mässigen
Flaschen schlagen läßt, und nachher diese Ku-
chen mit verschiedenfarbigen Pulvern bepudert.
Als ich diese Versuche am Ende des so eben ge-
endigten Winters fortsetzte, gaben sie mir zufäl-
lig Gelegenheit zu einer sonderbaren Bemerkung,
welche ich für eine ganz neue Entdeckung zu
halten geneigt bin, da ich noch nirgends einige
Nachricht von einer ähnlichen Beobachtung gefun-
den, oder irgendwo etwas davon gehört habe.

Dafs jede gepulverte Substanz beim Durch-

pudern durch ein Stückchen dünnen Leinwandzeuges oder durch einen kleinen Puderpüster positiv oder negativ-electrisch wird, ist bekannt. Die meisten Substanzen nehmen beständig negative, weit kleinere beständig positive Electricität an. Unter den färbenden Substanzen, welche allein zum Bepudern zu brauchen sind, wenn man sich Abdrücke auf Papier von den sonderbaren Wirkungen der Electricität auf den Harzkuchen verschaffen will, war bisher, nach meinen Erfahrungen, der *schwärzliche Asphalt*, (Gummi Asphalt der Drogueriesen,) die einzige Substanz, welche durchs Durchpudern jederzeit positive Electricität annahm und also sich auf die auf dem Kuchen negativ gewordenen Theile anlegte. Die übrigen farbigen Substanzen fand ich immer negativ. *) Bloß das *rothe Drachenblut* machte noch gewisser Maßen eine Ausnahme. Dieses fand ich zwar meistens auch negativ; bey manchen Arten zeigte sich aber dasselbe Drachenblut, welches ich bei mehreren Versuchen schon negativ gefunden hatte, nach einem Viertel- oder halben Jahre positiv. Ob vielleicht alles Drachenblut, wenn es so lange gepulvert ruhig gestanden hat und erst negativ gewesen ist, die positive Electricität annimmt, will

*) Vassalli behauptet, beim Durchpudern durch ein messingenes, wie durch ein gläsernes Sieb, alle Metalle positiv-electrisch gefunden zu haben. (Annalen, VII, 500.) d. H.

ich jetzt noch nicht gewiß bestimmen, indem ich noch nicht hinlänglich überzeugende Erfahrungen darüber gesammelt habe, vermüthe es jedoch kaum. Indessen ist schon dieser sonderbare Umstand, den ich bisher noch bei keiner unter allen andern von mir zum Durchpudern gebrauchten färbenden Substanzen bemerkt habe, merkwürdig genug, um die Aufmerksamkeit der Physiker und deren genauere Prüfung zu verdienen.

Diese Beobachtung hatte ich schon bei meinen vorjährigen Versuchen gemacht. Einen andern, nicht weniger merkwürdigen Umstand habe ich erst zufällig bei meinen letzten Versuchen bemerkt, nicht ohne große Bewunderung.

Als ich vor zwei Jahren mich durch Versuche überzeugt hatte, daß beim einzelnen Durchpudern einige der farbigen Substanzen positive, andere negative Electricität annehmen, war ich schon damals auf den Versuch gekommen, zwei solche Substanzen von verschiedener Farbe, deren eine die positive, die andere die negative Electricität annähme, unter einander zu mengen, und dieses Gemenge an einen Harzkuchen, worauf positive und negative Zeichnungen oder Züge gemacht waren, zu pudern. Die positiv werdende Substanz, hoffte ich, werde sich an die negativen, und umgekehrt, die negativ werdende Substanz an die positiven Zeichnungen und Züge anlegen, und es würden also Zeichnungen und Figuren von zweierlei Farben auf dem Kuchen entstehen. Diese Ver-

mühhung fand ich damahls in der That gleich mit dem ersten Versuche, den ich deshalb anstellte, vollkommen bestätigt, obschon durch zufällige Umstände die Trennung beider Pulver ein Mahl nicht so vollkommen als das andere Mahl erfolgt.

Vor dem Anfange meiner diesjährigen Versuche prüfte ich die Electricität verschiedener farbiger gepulverter Substanzen nochmahls genau. Ich fand zu meinem Vergnügen, daß eine schöne Art von fein gepulvertem Drachenblute, welches im vorigen Jahre allezeit negative Electricität angenommen hatte, jetzt beim Durchpudern sich positiv-electrisch zeigte, und erwartete daher zuverlässig, daß ein Gemenge von diesem positiven rothen Drachenblute und negativem gelben Gummigutt auf dem Harzkuchen farbige Zeichnungen und Figuren hervor bringen würde, von denen die positiven Theile gelb, die negativen roth erscheinen würden.

Wie groß war daher nicht mein Erstaunen, als ich mich in meiner gewissen Erwartung ganz getäuscht fand, indem gerade das Gegentheil davon erfolgte. Alle positive Figuren auf dem Kuchen hatten das rothe Drachenblut, die negativen hingegen das gelbe Gummigutt anzogen; indess ein Gemenge von positivem schwarzen Asphalte und gelbem negativen Gummigutt, ganz wie es der Regel nach erfolgen sollte, gelbe positive und schwarze negative Figuren und Zeichnungen gab. — An den Gemengen selbst, wenn ich deren jedes

für sich an ein empfindliches Electrometer puderte, fand ich den Unterschied, daß das Gemenge aus positivem Drachenblute und negativem Gummigutt die Blättchen positiv, das andere hingegen aus positivem Asphalte und negativem Gummigutt sie negativ aus einander trieb, so daß folglich im ersten Gemenge die positive, im zweiten dagegen die negative Electricität überwiegend war.

Je mehr mich der ganz unerwartete Erfolg beim Bepudern der Kuchen mit dem ersten Gemenge befremdete, um desto gewisser glaubte ich anfänglich, es müsse dabei irgend eine Täuschung zum Grunde liegen. Ich wiederholte deshalb diese Versuche, deren Erfolg alle Mal der nämliche blieb, so oft, bis ich durch sie völlig überzeugt war, daß ich alles richtig bemerkt und niedergeschrieben hatte. Es bleibt daher kein Zweifel übrig, daß beim Durchpudern des Gemenges aus positivem Drachenblute und negativem Gummigutt diese beiden Substanzen ihre eigenthümlichen Electricitäten, welche sie beim einzelnen Durchpudern annehmen, *verwechseln*, und dann gerade die entgegen gesetzten der ihnen beim einzelnen Durchpudern eigenthümlichen Electricitäten, nämlich das Drachenblut negative und das Gummigutt positive Electricität, zeigen.

Meffersdorf im April 1804.

IV.

V E R S U C H E

über

*die Electricität des Holzes beim Scha-
ben oder Schneiden,*

VON

W. W I L S O N

in London.*)

Ich bearbeite häufig sehr trockenes Holz, das mehrere Stunden lang über starkem Feuer gedörrt worden. Dabei bemerkte ich häufig, daß die Späne an den eisernen Instrumenten und an andern Körpern hängen blieben. Seit ein Paar Jahren zog diese Erscheinung meine Aufmerksamkeit besonders auf sich, und veranlaßte mich zu folgenden Versuchen.

Ich legte auf die Deckplatte eines Bennet'schen Electrometers eine Zinnscheibe von 6 Zoll Durchmesser, und schabte nun ein trockenes und warmes Stück Büchenholz mit einem trockenen und erwärmten Stücke *Fensterglas* so, daß einige wenige der abgeschabten Späne auf die Platte fielen. Die Goldblättchen divergirten sogleich mit \pm E

*) Zusammen gezogen aus Nicholson's *Journal*,
Vol. 4, p. 49. d. H.

und kamen zum Anschlagen. Der Erfolg blieb stets derselbe, wiewohl nicht immer von gleicher Stärke, ich mochte warmes oder kaltes Holz nehmen. — Nahm ich zum Schaben des Holzes ein *Messer*, so zeigten die Späne desselben Holzes — E. Als ich indess verschiedene Hölzer nahm und sie mit dem Messer schabte oder damit kleine Späne abschnitzte, erhielt ich sehr ungewisse Resultate, nämlich bald positive, bald ein Mal negative Electricität, selbst wenn ich dasselbe Holz und dasselbe Messer nahm.

Als ich die Schneide eines Federmessers in eine Glasröhre eingesetzt und so isolirt hatte, zeigte sie nach dem Schaben oder Schneiden stets die entgegen gesetzte Electricität mit der der Späne. Letztere war meist positiv, mitunter jedoch auch negativ; woher? dies zu entdecken, wollte mir nicht gelingen. Erst nach mehreren hundert Versuchen fand ich, daß es von Einfluß ist, ob die Klinge scharf ist, oder nicht. Ich hatte eben mit dem isolirten Federmesser positive Späne erhalten; zog darauf das Messer, daß es besser schneiden möchte, auf einem Wetzsteine ab, (was ich häufig zuvor gethan hatte,) und erhielt nun von demselben Holze negative Späne. Ich nahm sogleich ein anderes wenig gebrauchtes Messer, und schnitt, ohne es zuvor scharf zu machen, damit das Holz; die Späne waren positiv. Als ich nun das Federmesser nahm, das ich geschärft hatte, gab auch dieses positive Späne; so wie ich es indess wieder

auf dem Wetzsteine (*stone*) schärfte, waren die Späne auch wieder negativ - electrisch. *)

Schon glaubte ich den wahren Grund entdeckt zu haben. Um mich indess davon völlig zu überzeugen, schliff ich an ein Federmesser eine sehr feine Schneide, und nahm dieselben Hölzer wieder, die mir zu den vorigen Versuchen gedient hatten. In 24 Versuchen mit Kirschholz, 4 mit Ulmenholz, und 6 mit Eibenholz hatten die Späne immer — E. Ich führte nun die Schärfe des Messers leicht über ein Stück Eisen hin, um es stumpfer zu machen; aber es gab darum nicht weniger negative Späne. Selbst als ich es nochmahls auf dem Eisen hin und her geführt und es recht stumpf gemacht hatte, blieben die Späne negativ. **) Ich rieb nun die Schneide des Messers auf einem Schleifsteine (*grindstone*) rauh; auch diese rauhe Schneide gab negative Späne. Endlich schliff ich das Federmesser wieder auf dem Wetzsteine mit Sorgfalt, erhielt aber mit der scharfen Schneide wiederum negative Späne.

Bei allen diesen letztern Versuchen waren die Hölzer kalt gewesen. Zu den erstern hatte ich mehrentheils erwärmtes, und nur einige Mal

*) Das vorgängige Schleifen möchte hier von mehr Einfluß, als die grössere Schärfe der Schneide gewesen seyn. d. H.

**) Reiben von Stahl auf Eisen und Reiben von Stahl auf einem Wetzsteine, sind nicht gleiche Umstände. d. H.

kaltes Holz genommen. Vielleicht konnte die Verschiedenheit des Resultats von diesem Umstande abhängen. Um dieses auszumachen, spaltete ich das Stück Kirschholz, welches zu den vorigen Versuchen gedient hatte, und durchhitzte die eine Hälfte desselben über Feuer. Sie gab mit demselben Messer 6 Mahl hinter einander positive Späne, und auch als sie erkaltet und kaum noch warm war, 4 Mahl positive Späne. Dagegen gab die andere Hälfte, die seit 5 oder 6 Stunden dem Feuer nicht nahe gekommen war, jedes Mahl, bei 4 Versuchen, negative Späne. Ich machte sie darauf durchgehends heiss, und schnitzte mit demselben Messer Späne ab; sie waren nun in 7 Versuchen hinter einander immer positiv. Nachdem beide Stücke vier Stunden lang gelegen hatten, um völlig kalt zu werden, gaben beide in 12 Versuchen stets negative Späne; als aber das eine wieder heiss gemacht worden war, erhielt ich davon 6 Mahl hinter einander positive Späne. Das andere Stück Kirschholz erwärmte ich darauf äusserlich, doch so, dass es innerlich noch kalt war; in 8 Versuchen gab es nun 4 Mahl positive und 4 Mahl negative Späne; als es aber nach 3 bis 4 Stunden wieder durchaus kalt geworden war, fanden sich die Späne in 8 Versuchen stets negativ. Eben so die Späne eines dritten Stücks Kirschholz, das seit 4 oder 5 Tagen keinem Feuer nahe gekommen war.

Ich wiederholte diese Versuche mit verschie-

denen nicht sonderlich scharfen Messern, und mit Kirschholz und Büchenholz; immer gab das Holz durchaus erhitzt oder so weit erkaltet, daß es nicht mehr merklich warm war, positive, dagegen 3 bis 4 Stunden nach durchgängiger Erhitzung negative Späne. Manchmal, wenn das Holz nur erst wenig erwärmt war, hielt es äußerst schwer, überhaupt Zeichen von Electricität zu bekommen; und andere Mal, wenn es nur kurze Zeit sehr nahe beim Feuer gelegen hatte und nur noch äußerlich warm war, waren erst einige wenige Späne positiv, die folgenden dagegen alle negativ. Einmal machte der erste Span das Electrometer um 1 Zoll divergiren, und der zweite es wieder völlig zusammen fallen.

Ich schärfte mir nun zwei Messer mit vieler Sorgfalt auf einem Wetzsteine, machte dasselbe Stück Kirschholz durchaus heiß, und erhielt in 9 Versuchen mit dem einen, und in 5 Versuchen mit dem andern dieser Messer, immer nichts als negative Späne. Dasselbe war im Ganzen der Fall in eben so viel Versuchen mit dem Büchenholze, nur daß dieses harte Holz den Messern gar bald die nöthige Schärfe nahm; daher waren jedes Mal nur der erste oder die beiden ersten Späne negativ, die folgenden schon positiv - electrifch. Schärfte ich dann aber nur das Messer, so waren wieder der nächste oder die beiden nächsten Späne negativ. Etwas ähnliches zeigte sich mir in der Folge auch beim Kirschholze, nur daß dieses erst,

nachdem es zehn oder zwölf Späne hergegeben hatte, dem Messer die nöthige Schärfe benahm.

Es erhellt aus diesen Versuchen folgendes:

1. Wenn sehr trockenes Holz mit Fensterglas geschabt wird, sind die Holzspäne immer positiv-electrisch. — 2. Wird es mit einem Messer geschnitten, das nicht sehr scharf ist, so giebt es, falls es durchaus heiß ist, positive, falls es durchaus kalt ist, negativ-electrische Späne. — 3. Ist dagegen die Schneide des Messers außerordentlich scharf, so sind die Späne immer negativ-electrisch, das Holz mag heiß oder kalt seyn.

Die meisten dieser Versuche wurden mit der hollten Federmesserklunge gemacht; sie hatte jedes Mal die entgegen gesetzte Electricität der Späne. Die Oberfläche des Holzes, da, wo der Span abgeschnitten war, zeigte sich nur sehr selten, und auch dann immer nur sehr schwach electrifirt, und in diesen Fällen war die Electricität derselben mit der schwächsten der beiden gleichartig. *)

Noch habe ich wiederholt gefunden, daß, wenn ein Stück trockenen und warmen Holzes plötzlich von einander gespalten wird, die beiden von einander getrennten Flächen electrifirt sind, und zwar die eine positiv, die andere negativ.

*) Man vergleiche hiermit die Resultate aus Valli's sorgfältigen Versuchen über die Electricität beim Schaben verschiedenartiger Körper, in den *Annalen*, VII, 498.

V.

*Schmelzpunkt des Bleies und Siedepunkt
des Quecksilbers,*

VON

M. J. C H R I C H T [†] P. N. *)

Ich hatte vor einiger Zeit Thermometer mit langen Scalen verfertigt, und wünschte, zu sehen, ob sie in den höhern Temperaturen harmonisiren. Zu dem Ende verschaffte ich mir $1\frac{1}{2}$ Pfund festes Zinnes, und brachte dieses, nachdem ich zuvor zwei dieser Thermometer an einen Trägen, [wahrscheinlich nahe über der Gluth,] gehängt hatte, zum Schmelzen, bei einer Hitze, die um 20 bis 30° Fahr. höher als der Siedepunkt des Zinnes seyn mochte. Darauf tauchte ich beide Thermometer in das geschmolzene Metall. Beide sanken nun allmählich bis 442° Fahr. herab; dann fielen sie plötzlich auf 439° und stiegen eben so schnell wieder auf 442° zurück. Auf diesem Punkte blieb das Quecksilber 5 Minuten lang unverrückt stehen, welche Zeit hindurch das geschmolzene Zinn im Innern des Tiegels erstarrte.

*) Aus Tilloch's *Philos. magazine*, 1803, Mars, und
van Mons *Journ. de Chimie et de Phys.*, t. 5, p. 31.
d. H.

— Diese Beobachtung war für mich überraschend, und ich bat daher Herrn Mickleham, bei einer Wiederholung des Versuchs gegenwärtig zu seyn. Wir verschafften uns $1\frac{1}{2}$ Pfund Zinn aus einem andern Hüttenwerke und wiederholten den Versuch mehrere Mal. Der Erfolg war immer derselbe, und so hatten wir also einen neuen festen Punkt für die Graduierung der Thermometer aufgefunden.

Man glaubte bisher, der Siedepunkt des Quecksilbers sey bei 600° Fahr. Ich habe mich davon überzeugt, daß das Quecksilber nie bei einer geringern Hitze als 655° Fahr. kocht. Doch habe ich den wahren Siedepunkt desselben noch nicht mit Zuverlässigkeit bestimmen können.

VI.

FORTGESETZTE NACHRICHT
von den neuesten Versuchen des Grafen
von Rumford über die strah-
lende Wärme,

welche er dem franz. Nationalinstitute
mitgetheilt hat,

vom

Dr. FRIEDLÄNDER.*)

Paris im Mai 1804.

Wie man aus den vorher gehenden Versuchen,
[Seite 37 und 39 f.,] gesehen hat, erwärmen und
erkälten sich die Metalle in freier Zimmerluft
schneller, wenn sie rauh und geschwärzt sind, als
wenn ihre Oberfläche polirt ist. Graf Rumford
wünschte zu wissen, ob dieses auch dann Statt fin-

***)** Oeffentlichen Nachrichten zu Folge hat der
Herr Graf von Rumford diese seine Untersu-
chungen über Strahlende Wärme und Wärme-
verbreitung für ein eignes Werk bestimmt,
woran in Genf gedruckt wird. Schon aus die-
sem Grunde würde ich sie in den Annalen nicht
in ihrem ganzen Umfange aufnehmen können.
Sollte man daher auch diese Notizen, die mir
Hr. Dr. Friedländer von ihnen mitzutheilen
die Güte hat, nicht in dem Sinne vollständig
finden, wie die übrigen Auszüge in den Anna-
Annal. d. Physik. B. 17. St. 2. J. 1804. St. 6. O

ße, wenn man sie in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt, wo sie nur mit einer gewissen Quantität Luft umgeben sind, oder wenn man sie darin mit warmen oder kaltem Wasser umgiefst.

In dieser Absicht wurde ein cylindrisches porirtes Gefäß aus dünnem Messingbleche, welches 3 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Höhe hatte, in der Mitte eines größern schwebend befestigt. In der Achse des Pfropfes, welcher dieses letztere verschloß, war ein $\frac{3}{4}$ Zoll großes Loch durchgebohrt; in dieses paßte der Hals des innern Gefäßes, das von dem Pfropfe so gehalten wurde, daß sich überall ein Zoll Zwischenraum zwischen beiden Gefäßen befand. Das äußere Gefäß ruhte auf einer kleinen $\frac{3}{4}$ Zoll weiten und $1\frac{1}{2}$ Zoll langen Röhre, die an einem schweren Fusse befestigt war, damit es in ein Gefäß mit Wasser gestellt werden konnte. Daß der Boden des größern Gefäßes erst nach Einbringung des kleinen Gefäßes eingelöthet wurde, versteht sich. Das Instrument glich, wie man sieht, vermöge dieser Einrichtung im Ganzen demjenigen, dessen sich Graf Rumford zu seinen Versuchen über die Verbreitung der Wärme in Flüssigkeiten bedient, und in seinem sieben-ten *Essay* unter dem Namen: *Thermometre de passage*, beschrieben hat. [*Ann.*, V, Taf. VI.]

len, so scheinen sie mir in diesem Falle doch zweckmäfsig zu seyn. Auch kommt dazu, daß sie das Interesse der größten Neuheit für sich haben.

d. H.

Das innere Gefäß wurde nun mit kochendem Wasser gefüllt, und ein Thermometer mit einem 4 Zoll langen cylindrischen Gefäße in dasselbe hinein gestellt. Das äußere Gefäß füllte man mit zerstoßenem Eise. Das innere Messinggefäß war in diesem Instrumente polirt; in einem zweiten ganz ähnlichen Instrumente war es, zum Behufe vergleichender Versuche, geschwärzt. Beide Instrumente wurden neben einander in eine Wanne gestellt, die mit zerstoßenem Eise angefüllt war, und stets in der Temperatur des schmelzenden Eises erhalten wurde; und so beobachtete man mehrere Stunden lang den Gang ihrer Erkaltung. Da das specifische Gewicht des Wassers bei der Temperatur von 3 bis 4° R. größer ist, als das des schmelzenden Eises, so konnte vielleicht das Wasser am Boden der Wanne etwas wärmer seyn; zur größern Vorsicht setzte man daher den Boden des Instruments auf ein Gestell von Blech, das mit Eis bedeckt war; und da dieses Gestell auf 3 Zoll langen Füßen stand, so ließ sich auch unter demselben Eis auf dem Boden der Wanne anbringen, so daß der ganze Apparat ringsum in Eis stand.

Gleich im Anfange fielen die Thermometer zu schnell, als daß man sie hätte verfolgen können. Man wartete daher bis zu dem Augenblicke, in welchem sie auf 55° standen, und beobachtete nun die Zeit, die auf das Fallen der Thermometer von 5 zu 5 Graden bis zu + 5° R. hinab, hinging. Der Versuch dauerte 8 Stunden und gab folgendes Resultat:

Es bedurfte um zu fallen		das Thermometer:	
		A im po- lirten Ge- fäße	B im ge- schwärz- ten Gef.
		Min. Sec.	Min. Sec.
von 55°	auf 50° R.	11 6	7 5
— 50	— 45	13 15	8 10
— 45	— 40	15 12	9 5
— 40	— 35	19 10	10 50
— 35	— 30	22 24	12 18
— 30	— 25	27 50	15 10
— 25	— 20	37 6	21 15
— 20	— 15	54 15	28 15
— 15	— 10	80 25	41 25
— 10	— 5	183 45	85 15
Ueberh.	— 55 — 5	478 4[?]	254 5[?]

Also erkaltete der geschwärzte Körper, auch von einer Flüssigkeit, wie Wasser, umgeben, schneller als der polirte. Aber der Gang der Geschwindigkeit des Erkaltens beider ist verschieden; und zwar ist der Unterschied in der Schnelligkeit des Erkaltens beider desto geringer, je nachdem die Temperatur des Mediums, in welchem die Instrumente zum Erkalten stehen, weniger von der Temperatur der Instrumente selbst verschieden ist. Denn um von 55° auf 50° zu fallen, brauchte der polirte Körper 11' 6'', der geschwärzte 7' 5''; um aber von 10° zu 5° R. zu fallen, bedurfte der polirte 183' 45'', der geschwärzte 85' 15''. [Jene Zeiten verhalten sich wie 10000:6389, diese wie 10000:4640.] Es ist indeß wahrscheinlich, daß die Verschiedenheit im Verhältnisse der Erkaltungszeit in verschiedenen Temperaturen nur

scheinbar ist, und von der Längern oder kürzern Zeit abhängt, die erfordert wird, um die Thermometer in den Gefäßen die mittlere Temperatur der sie umgebenden Wassermassen annehmen zu machen.

Die Resultate der Versuche, die im vorigen Jahre vom Grafen Rumford mit polirten und unpolirten Gefäßen in freier *Zimmerluft* angestellt wurden, lehrten, daß die polirten Gefäße 39' 30'' nöthig hatten, um von 50° zu 40° F., [von 8° auf 3½° R.,] zu fallen, indess die unpolirten hierzu nur 22' bedurften. Die Zeiten sind also wie 10000 : 5810. In ganz freier Luft war dieses Verhältniß wie 10000 : 5654.

Aus den Vorstellungen vom Wärmestrahlen der Körper folgert Graf Rumford, daß, wenn die Temperaturveränderungen von der strahlenden Wärme herrühren, und die Intensität der Strahlenwirkung eines Körpers im umgekehrten Verhältnisse mit dem Quadrate der Entfernung stehe, ein warmer Körper, der zum Erkalten in einer von allen Seiten mit Mauern umgebenen Luft sich befindet, wie groß auch das Zimmer sey, doch immer in gleicher Zeit erkalten müsse, wofern nur die Oberfläche in der gegebenen Temperatur constant dieselbe sey. Dieses scheinen die jetzigen Versuche wie die des vorigen Jahres zu bestätigen.'

Die Einwirkung der Luft beim Erkalten im eingesperrten Raume scheint übrigens weit gerin-

ger zu seyn, als man gewöhnlich glaubt. Denn directe Versuche haben gezeigt, daß die Körper im leeren Raume sich ebenfalls ziemlich schnell erkälten und erwärmen. Wenn ein warmer Körper in ruhiger Luft erkaltet, die nicht bewegt wird, so möchte, wie der Hr. Graf meint, nur $\frac{1}{3}$ von dem, was der Körper verliert, der Luft zukommen; das übrige erhalten die entferntern festen soliden Körper durch Ausstrahlen.

In einem *vierten Memoire*, welches Graf Rumford Anfangs Mai dem Nationalinstitute mitgetheilt hat, beschreibt er folgende Versuche:

Zwei fast cylindrische Gefäße von gleicher Gestalt und Dimension, 3'' 10''' weit, 5'' hoch, und jedes mit einem engen, 1'' 2''' hohen Halse versehen, von welchen das eine von starkem Glase, das andere von sehr dünnem Bleche verfertigt war, wurden sorgfältig gewogen, und ihre Oberfläche wurde ausgemessen. Das Gefäß von Glase wog 13 Unzen 1 Drachme und 18 Gran, das blecherne nur 5 Unzen 1 Drachme und 55 Gr.; die äußere Oberfläche des letztern Gefäßes betrug 54,462 Quadratzoll, welches für die Dicke der Wände 0,2142 Linien macht, wenn nämlich die specifische Schwere des Blechs auf 7,8404 gesetzt wird. Die Glasfläche war 6 Mahl so dick, wie das aus dem Gewichte, aus der specifischen Schwere und der Oberfläche leicht zu berechnen ist. Bei

die Gefäße wurden mit kochendem Wasser gefüllt, und an Fäden ruhig in einem großen Zimmer 5 Fuß über dem Boden und 4 Fuß von einander entfernt aufgehängt. Die Temperatur des Zimmers war 94° R., und variirte um keinen $\frac{1}{4}$ Grad. — In der Achse jedes Gefäßes wurden gute Thermometer mit 4 Zoll langen und $2\frac{1}{2}$ Linien dicken Queckfüßbergefaßen im Wasser aufgehängt, und die Erkaltung von 5 zu 5 Minuten, 8 Stunden lang aufgezeichnet. Da das Glas sehr dicke Wände hatte, und gewöhnlich für den schlechtesten Wärmeleiter gehalten wird, so hätte man glauben sollen, daß das Wasser in dem blechernen Gefäße eher erkalten müsse; allein es erfolgte das Gegentheil. Das Glas erkaltete 2 Mal schneller als das Metall. Denn in dem blechernen Gefäße brauchte das Wasser $50' 16''$, um 10° , (von 50° zu 40° F.) zu erkalten, indess es im Glasgefäße dazu nur 30 Minuten brauchte. „Nimmt man die Hypothese an, daß die warmen Körper nicht durch Verlust oder Annahme einer fremden materiellen Wärmesubstanz, sondern durch die Einwirkung kälterer Körper, die sie umgeben, und eine ätherische Flüssigkeit in wellenförmigen Strahlen ausströmen, in ihrer Temperatur verändert werden; so wären, wie der Hr. Graf meint, die Resultate erklärbar, statt daß er ohne die Annahme dieser Hypothese sie nicht erklären zu können glaubt.“

Man könnte vielleicht vermuthen, daß die

an der Oberfläche der beiden Gefäße anhängende Luft, welche mit ungleicher Anziehung wirkt, die Ursache des Unterschiedes der Zeit der Erkältung sey; allein die erkältende Eigenschaft nahm, wie man sich aus der ersten Abhandlung erinnert, nachdem man das metallene Gefäß mit 1, 2, 4, ja mit 8 Lagen Firniß bedeckt hatte, stets zu.

Aus den in München angestellten und der Societät der Wissenschaften zu London überschickten Versuchen ergab sich übrigens, daß die Erkältung des Wassers in Gefäßen von verschiedenem Metalle gleich ist, wofern nur die Oberfläche derselben gleich glatt ist. Alles dieses bestimmt den Hrn. Grafen zu folgender Erklärung: „Die „Strahlen,“ sagt er, „welche die Oberfläche nicht „durchdringen, müssen zurück geworfen werden. „Die wärmenden und erkältenden Strahlen haben nämlich mit den Lichtstrahlen dieses gemein, „sie durchdringen das Glas, indem sie dagegen, „wie der Hr. Graf das schon voraus vermuthete, „von metallischen Flächen zurück prallen.“

Man hat den Zustand eines warmen Körpers mit einem Schwamme verglichen, der eine Quantität Wasser eingefogen hat. Der Verlust der Wärme durchs Ausstrahlen könnte demnach mit dem des Verdunstens verglichen werden. Wäre die Erde gleich warm und mit einem feuchten Ueberzuge bedeckt, so würde auf einer bergigen Meile, wie natürlich, mehr Ausdunstung erfolgen, als auf einer ebenen, weil mehr Oberfläche der Ver-

dunstung ausgesetzt ist. Eben so, könnte man glauben, müsse eine raue Oberfläche mehr Wärme fahren lassen, als eine glatte. Allein eine mehr-oder weniger polirte Fläche scheint keinen merklichen Unterschied der Erkaltung darzubieten, wie folgender Versuch lehrt.

Zwei Gefäße von Kupfer, von welchen das eine ganz glatt, das andere mit Schmirgel etwas rauh gemacht worden war, wurden mit heißem Wasser gefüllt, und erkalteten gleich schnell. Hatte man aber nicht die Vorsicht gebraucht, das raue Gefäß von aller Unreinigkeit völlig zu befreien, die sich in die Ritzen setzte, so war das Resultat gleich verschieden, und die Erkaltung schneller. Man muß daher die unpolirten Flächen von denen, die wenig oder gar kein Licht reflectiren, wohl unterscheiden; die Oberfläche eines Metalles ist polirt genug, wenn sie auch mit Ritzen bedeckt, und der Glanz nicht sichtbar ist, wofern sie nur von keinem andern Körper bedeckt wird.

Kehren wir noch ein Mahl zur Vergleichung des Erkaltens der Körper mit dem Verdunsten des Wassers auf der Erde zurück, und nehmen wir an, daß dieses Verdunsten nicht von der innern Wärme, sondern von den umgebenden Körpern, wie z. B. von den Lichtstrahlen, herrühre, so wird die Ausdunstung von bergigen Gegenden und Ebenen gleich seyn. Eben so wird, wenn das Erkalten eines Körpers nicht von dem Ausströmen

einer materiellen Substanz, sondern von der Wirkung der Strahlen, die von den umgebenden Körpern herkommen, abhängt, — die mehr oder minder starke Politur der Oberfläche keinen merklichen Einfluß auf die Schnelligkeit des Erkalten haben. Dafs diesem wirklich so sey, haben dem Hrn. Grafen die jetzt von ihm mitgetheilten Versuche gelehrt, die er, wie er sagt, mit der Geduld verfolgt hat, welche die Liebe zu den Wissenschaften einflößt. Da sie sich, nach ihm, mit den gewöhnlichen Vorstellungsarten nicht vereinigen lassen, so glaubte er diese seine Arbeiten, Entdeckungen und Meinungen den beiden berühmtesten gelehrten Gesellschaften, der *Royal Society* und dem *Institut national*, vorlegen zu müssen, und er wünscht dabei, dafs auch die Gelehrten anderer Nationen sich mit diesem wichtigen Gegenstande beschäftigen möchten.

Graf Rumford hatte bisher hauptsächlich nur Versuche über den Durchgang der Wärme durch Flüssigkeiten und pulverisirte Körper angestellt. Er wünschte nun auch, die *Gesetze der Fortpflanzung der Wärme durch feste Körper* auszumitteln. Vorzüglich beschäftigten ihn die *Metalle*. Er liess sich zwei cylindrische Gefässe von Eisenblech verfertigen, die 6 Zoll weit und 6 Zoll hoch waren, und verband sie durch einen soliden, 6 Zoll langen und $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken cylin-

drischen Stab von Kupfer, der zwischen den beiden Gefäßen horizontal lag, und dessen Enden in zwei Löcher der Gefäße eingelöthet waren, die sich ungefähr in der Mitte ihrer Höhe befanden. Hier waren sie etwas abgeplattet, so daß der Stab innerhalb der Gefäße nirgends hervor ragte. Das Ganze stand auf 3 Füßen von $8\frac{1}{2}$ Zoll Länge, wovon einer am einen, und zwei am andern Gefäße befestigt waren. Eins der Gefäße wurde mit kochendem Wasser, das andere mit Eis gefüllt; jedes dieser beiden Mittel war folglich mit einem der Enden des Kupferstabes in Berührung. In dem kupfernen Cylinder waren in gleichen Abständen von einander und den Gefäßen 3 Löcher vertical gebohrt, welche die Kugeln dreier kleiner Thermometer aufnahmen. Jedes dieser Löcher war 4 Linien weit und $1\frac{1}{2}$ Linien tief, so daß die Thermometerkugeln, deren jede 3 Linien im Durchmesser hatte, sich genau in der Achse des Cylinders befanden. Die Löcher wurden, nachdem die Thermometer darin standen, voll Quecksilber gegossen, um dadurch die Mittheilung der Wärme zu erleichtern. Eine Weingeistlampe, die unter das Gefäß mit Wasser gestellt wurde, diente, das Wasser stets kochend zu erhalten, und indem man in das andere immer Eis binzu that, wurde dieses bleibend in der Temperatur des Gefrierpunkts erhalten. Die Thermometer hatten übrigens Fahrenheitische Scaln.

Das Erste, was Graf Rumford zu wissen

wünschte, waren die Temperaturen, bei welchen die Thermometer still stehen würden; weshalb er sie nur die letzte halbe Stunde, da sie sich diesem Stillstande näherten, mit Genauigkeit beobachtete. Folgendes ist das Resultat des Versuchs, den er in dieser Absicht den 28ten April 1804, bei einer Temperatur des Zimmers von 78° Fahr., anstellte.

Zeit.			Temperatur des Thermo- meters B, dem kochenden Wasser am nähesten.	Temperatur des Thermo- meters C, in der Mitte des Cylinders.	Temperatur des Thermo- meters D, dem Eise am nähesten.
Uhr.	M.n.	Sec.	Grad.	Grad.	Grad.
1	52	5	160	130	105
	53	30	160 $\frac{1}{2}$	131	105 $\frac{1}{2}$
	55		161	131 $\frac{1}{4}$	106
	56	30	161 $\frac{1}{4}$	132	106 $\frac{1}{2}$
	58		162	132 $\frac{1}{2}$	107
	—	—	162	132 $\frac{1}{4}$	107 $\frac{1}{2}$
	1	30	162	133	107 $\frac{1}{2}$
	4		162	132 $\frac{1}{4}$	106 $\frac{1}{2}$
	6		162	132	106
	9		162	132 $\frac{1}{4}$	106 $\frac{1}{2}$
	11		162	132 $\frac{1}{4}$	106 $\frac{1}{2}$
	28		162	132 $\frac{1}{4}$	106 $\frac{1}{2}$

Gesetzt, die Theilchen, aus welchen der Kupferstab zusammen gesetzt ist, befänden sich in gewissen Entfernungen von einander, und strahlten die Wärme aus. Man denke sich drei solcher Theilchen A, C, E in gerader Linie. A habe beständig die Hitze des kochenden Wassers, E stets die des schmelzenden Eises, so muß, nach den oben mitgetheilten Versuchen, das Theilchen C, wel-

ches sich in der Mitte zwischen den beiden ausstrahlenden Theilchen *A* und *E* befindet, das arithmetische Mittel zwischen den Temperaturen der Körperchen *A* und *E* annehmen, das heißt, zwischen 212° und 32° , welches 122° Fahr. ist. Setzte man nun noch zwischen *A* und *C* ein Theilchen *B*, und zwischen *C* und *E* ein Theilchen *D*, so daß die gerade Linie *AE* aus fünf Theilchen in gleichen Entfernungen von einander, *A, B, C, D, E*, bestünde; so müßte wiederum *B* die mittlere Temperatur zwischen *A* und *C*, das heißt, von 167° Fahr., und *D* die mittlere Temperatur zwischen *C* und *E*, das heißt, von 77° Fahr., annehmen; und wirkte nun zugleich die Wärme in *A* mit gleicher Kraft, wie die Kälte in *E*, so müßte die Temperatur der verschiedenen Theile des Cylinders in arithmetischer Progression abnehmen. Das würde indess voraussetzen, daß die Oberflächen dieser Theilchen, oder der in einem Cylinder vereinigten Bündel von Theilchen ganz isolirt und völlig von dem Einflusse der umgebenden Körper geschützt wären. Dieses ist aber völlig unmöglich; schon die umgebende Luft wirkt auf unsre Instrumente. Indessen läßt sich die Temperatur der umgebenden Körper mit in Anschlag bringen.

Man setze, daß die umgebende Luft eine Temperatur von 32° Fahr. habe. Dann muß natürlich der wärmste Theil des Stabes die meiste Wärme verlieren, und die Erkaltung desselben wird vom wärmsten Ende *A*, welches mit dem kö-

chenden Wasser in Verbindung ist, nach A , welches das schmelzende Eis berührt, stets abnehmen. Nun ist bekannt, daß die Schnelligkeit, mit welcher ein Körper in einem kältern Medium erkaltet, stets der Differenz zwischen seiner Temperatur und der des Mediums proportional ist. Folglich wird der Kupferstab zwar vom Siedepunkte A nach dem Gefrierpunkte E in arithmetischer Progression an Wärme abnehmen, diese Abnahme aber durch die Einwirkung der äußern Luft beschleunigt werden; gegen den Gefrierpunkt hin jedoch immer weniger, da hier die Temperatur der Theilchen immer weniger von der der umgebenden Luft verschieden ist. Hieraus kann man den Schluß ziehen, daß, wenn man eine gewisse Anzahl Punkte in gleicher Entfernung von einander in der Achse des Kupferstabes nimmt, die Temperaturen dieser Punkte in geometrischen Verhältnissen fortschreiten müssen. Sind so z. B. AB, BC, CD, DE (Taf. II, Fig. 4,) gleiche Theile einer geraden Linie, und errichtet man auf dieser Linie in den Punkten A, B, C, D, E Perpendikel, und trägt auf diese die Stücke AF, BG, CH, DI, EK so auf, daß AF der Temperatur des Cylinders in A , BG in B , und so weiter proportional ist; so werden die Ordinaten AF, BG , u. s. w., in geometrischem Verhältnisse seyn, wenn die dazu gehörigen Abscissen in arithmetischem Verhältnisse stehn. Die krumme Linie PQ , welche durch die Enden aller Ordinaten geht, muß daher offenbar die *logarithmische Curve* seyn.

Um nun das Resultat des vorigen Versuchs zur leichtern Uebersicht auf ähnliche Art in einer Curve darzustellen, möge AE , (Fig. 5,) die Achse des kupfernen Stabes, und B, C, D mögen die Stellen der Thermometer in ihm bedeuten, da dann AB, BC, CD, DE gleiche Theile sind. Der Ordinate Af , welche die Temperatur des kochenden Wassers vorstellt, gebe man 212 Theile, so hat, nach dem Versuche, Bg 162, Ch 132 $\frac{3}{4}$, Di 106 $\frac{1}{2}$, und Ek 32 solcher Theile, da der Punkt E die Temperatur des schmelzenden Eises annimmt. Zieht man nun durch die Punkte f, g, h, i, k die Curve PQ , so ist diese es, welche die Temperaturen des Kupferstabes darstellt, wie sie sich in dem Versuche gefunden haben. Sie weicht an beiden Enden sehr von der logarithmischen ab, welche in der Voraussetzung, daß die Temperatur der umgebenden Luft der des schmelzenden Eises gleich sey, Statt haben würde, zumahl nach unten hin, wo sie sich der Achse des Cylinders stark nähert. Will man sehen, wie viel sie abweicht, so darf man nur eine logarithmische Linie RS so ziehen, daß sie durch g und i geht. Die Ordinaten derselben sind:

in den Punkten	A ,	B ,	C ,	D ,	E
statt	212,	162,	132 $\frac{3}{4}$,	106 $\frac{1}{2}$,	32
vielmehr	199,55,	162,	131,	106 $\frac{1}{2}$,	86,35
Differenz	— 12,45,	0,	— 1 $\frac{3}{4}$,	0,	+ 54,35

Der große Unterschied, der sich hier zwischen der Temperatur des eiskalten Wassers und

der des Endes des Cylinders findet, welches mit dem Eise in Berührung ist, führte auf die Vermuthung, daß dieser Unterschied von der Eigenschaft herrühre, welche das Wasser mit allen Flüssigkeiten gemein hat, ein so schlechter Wärmeleiter, oder vielmehr ein völliger Nichtleiter der Wärme zu seyn.

Findet, wie der Herr Graf schon früher bewiesen zu haben glaubt, zwischen den benachbarten Theilchen einer Flüssigkeit keine merkliche Mittheilung der Wärme Statt, und ist die Erwärmung oder Erkaltung einer Flüssigkeit nur Folge der Bewegung, in welche die Theilchen der Flüssigkeit gerathen, indem ihre specifische Schwere durch die Wärme verändert wird;*) — so liefs sich voraus sehen, daß das kalte Wasser, dessen specifische Schwere in der Nähe des Gefrierpunkts nur sehr wenig geändert wird, einen nur wenig warmen festen Körper, der in dasselbe getaucht ist, auch nur sehr langsam erkälten würde. Um dieses deutlich

*) Sehr triftige Gründe gegen diese Meinung, durch genaue Versuche englischer Physiker bewahrt, habe ich in den *Ann.*, XIV, 129 — 198, zusammen gestellt, und andere von nicht minderer Wichtigkeit wird das nächste Stück der *Annalen* liefern. Ich habe nicht gefunden, daß Graf von Rumford oder ein anderer Physiker bis jetzt auf die Erkern geantwortet hatte.

lich zu machen, wurde folgender Versuch angestellt:

Die drei Thermometer im vorigen Versuche waren zum Stillstande gekommen, *B* bei 162° , *C* bei $132\frac{3}{4}^{\circ}$, *D* bei $106\frac{1}{2}^{\circ}$. Man fing nun an, mit einem Stückchen Holz die Eismischung schnell zu rühren, und fuhr damit ununterbrochen mit gleicher Geschwindigkeit 22 Minuten lang fort. Sogleich fingen die Thermometer an zu fallen, und zwar fortdauernd, bis

B von 162° auf 152° ,

C von $132\frac{3}{4}$ auf $111\frac{3}{4}$,

D von $106\frac{1}{2}$ auf $78\frac{1}{2}^{\circ}$ gefallen war.

Es war also *B* 10° , *C* 21° , und *D* 28° Fahr. gesunken. So bald man mit Rühren aufhörte, stiegen die Thermometer wieder, und nach einer Viertelstunde waren sie da, wo sie gestanden hatten. Figur 6 stellt die Resultate der beiden Versuche in Curven dar, *RS*, die, wo das kalte Wasser in Ruhe, *VW* die, wo es in Bewegung war.

Man sieht daraus, 1. daß der Gang der Erkaltung oder der Abnahme der Temperatur allenthalben im Kupferstabe schneller war, wenn das kalte Wasser im Gefäße bewegt wurde, als wenn es in Ruhe stand; 2. daß das Ende des Kupferstabes im ersten Falle ungefähr um 30° kälter als im zweiten wurde; und 3. daß der Gang der Erkaltung in den letzten Versuchen allenthalben ungefähr dem gleich ist, was die Theorie aufgestellt hat. Da der Gang der Abnahme der Tempera-

tur gegen die Mitte des Cylinders, so regelmässig ist, so rühren die Unregelmässigkeiten an den beiden Enden wohl bloß von der Schwierigkeit her, womit eine Wassermasse ihre Temperatur den festen Körpern, mit welchen sie in Berührung ist, mittheilt. Das kochende Wasser, welches an sich selbst in steter Bewegung ist, hat vor dem kalten, das in Ruhe ist, eben dadurch den Vortheil voraus, die Wärme schneller mittheilen zu können. Bewegt man es indessen mit einer Feder, zumahl am Boden des Gefäßes, so steigt auch an dem nach demselben hin gekehrten Ende des Stabes das Thermometer um mehrere Grade höher.

Da die Resultate der Versuche nicht stets eine völlig mit der Theorie überein stimmende Abnahme anzeigen, so könnte man vielleicht glauben, daß die Theorie selbst nicht richtig sey. Bei einiger Ueberlegung findet man indess leicht, daß eine völlige Uebereinstimmung zwischen beiden nur dann Statt finden könnte, wenn unsere Thermometer vollkommen wären. Man weiß aber, daß die Thermometerscalen alle fehlerhaft sind. Der Herr Graf nimmt sich vor, seine Aufmerksamkeit besonders auf die Vervollkommnung der Thermometerscalen zu richten, um dieses Instrument für die delicatern physischen Untersuchungen brauchbarer zu machen.

VII.

Z U S A T Z

zu den vorigen Versuchen, das Gesetz betreffend, wornach die Wärme sich durch feste Körper verbreitet,

von

B I O T,

Mitgliede des Nationalinstituts,

*mitgetheilt vom Dr. FRIEDLÄNDER
in Paris.*

Herr Biot ist durch die Versuche des Grafen Rumford veranlaßt worden, sich gleichfalls mit der Verbreitung der Wärme zu beschäftigen, um zu versuchen, durch Hülfe von Erfahrungen und Berechnungen die Gesetze auszumitteln, nach welchen sich die Wärme in festen Körpern verbreitet.

Er nahm eine Eisenstange von 22 Decimètres Länge, und 3 Centimètres Dicke, und bog etwa 23 Centimètres des einen Endes in ein Knie, um es in eine beständige Quelle von Wärme tauchen zu können. In die Stange liefs er bis etwas über die Achse hinab, und in Entfernungen von beinahe 4 Decimètres 6 Löcher bohren, in die er Thermometer setzte, und die dann mit Quecksilber voll gegossen wurden. Zwei Füße aus trockenem Holze trugen diesen Apparat. Nun tauchte er das

umgebogene Ende in Wasser, welches eine Wärme von 60° R. hatte, und das er durch eine untergestellte Lampe dauernd darin erhielt. Die Wasserdämpfe wurden abgehalten, die Stange zu berühren, im Zimmer wurde ein Zug erhalten, und die Veränderung in der Temperatur der Zimmerluft bemerkt. Man glaubt gewöhnlich, daß die Metalle schnelle Wärmeleiter sind, allein die Thermometer stiegen nur sehr langsam. Nachdem das umgebogene Ende der Stange 10 Stunden lang ununterbrochen in 60° R. Wärme war gehalten worden, war doch die Wärme nur erst bis zum zweiten Thermometer vorgedrungen, welches etwa 10 Decimètres von der Oberfläche des Wassers entfernt war, und auch das bewegte sich nur unmerklich.

Biot ließ hierauf die Löcher in Entfernungen von 1 Decimètre eins vom andern bohren, und tauchte das umgebogene Ende der Stange in Quecksilber, das er in einer Wärme von 82° R. erhielt. Dieser Versuch dauerte 5 Stunden lang. Drei Eleven beobachteten nach einer Secundenuhr den Gang der Thermometer von Minute zu Minute, bis die Wärmemesser nach 4 Stunden endlich still stehen blieben. Man ließ darauf alles noch eine Stunde länger stehen, um zu sehen, ob die Thermometer auch sicher nicht mehr höher stiegen; eine Vorsicht, die man nicht unterlassen darf, weil es oft lange dauert, bis sie zum völligen Stillstande kommen. Folgende Tabelle giebt die Resultate der Beobachtung. Die Temperatur der Luft

war 13° R., und die Zahlen in der Tabelle geben an, um wie viel höher die in der Eisenstange befindlichen Thermometer standen, je nachdem sie weiter von dem ins Quecksilber von 82° getauchten Ende der Stange entfernt waren.

Thermometer.	Stand derselben über der Lufttemperatur (13° R.)		
	beobachtet.	berechnet.	Differenz.
0	69° R.	$68,^{\circ}63$ R.	$+ 0,37$ R.
1	23,5	23,5	0
2	14	14,16	$- 0,16$
3	9	9	0
4	5,75	5,55	$+ 0,2$
5	3,75	3,45	$+ 0,3$
6	1,75	1,33	$+ 0,42$
7	1	0,51	$+ 0,49$
8	0		

Das 7te Thermometer war nur um 10 Decimètres von der Quelle der Wärme entfernt, und stieg nur um 1° ; die noch weiter entfernten blieben ganz unbeweglich. Also 12 Decimètres, (das ist, mehr als die Hälfte der Stange,) blieben in ihrer Temperatur unverändert. Das Erkalten der Stange geschah übrigens in demselben Verhältnisse; das erste Thermometer fiel nämlich am schnellsten; das mittlere bedurfte eine Stunde, ehe es merklich fiel; und so nach Verhältniß die andern.

Aus der dritten Reihe der Tabelle ersieht man, daß Hr. Biot es versuchte, die Zunahme der Temperatur durch eine logarithmische Curve darzustellen, in welcher die Zunahme der Wärme

jedes Punkts die Ordinaten, die Entfernung der Punkte von der gemeinschaftlichen Quelle der Wärme die Abscissen abgeben. In diesem Falle wich die Beobachtung im Stande keines der Thermometer um mehr als $0^{\circ},5$ von der Rechnung ab. Aus der Gleichung der Curve liess sich die Temperatur des Theils der Stange, der mit dem Quecksilber in Berührung, und also im Gleichgewichte war, berechnen; Biot fand, dass das Thermometer an dieser Stelle wirklich nicht um $0^{\circ},4$ weniger zeigte. Auch konnte er nach diesem Gesetze beurtheilen, woher es käme, dass die letzten Thermometer sich nicht bewegten. Denn als er die Temperatur, bis zu welcher das Ende der Stange erhöht werden müsste, um nach diesem Gesetze das letzte Thermometer um 1° steigen zu machen, berechnete, fand sich 23984° R., das heisst, eine 4 Mal höhere Temperatur, als die, welche man nach Wedgwood der Eisenstange geben müsste, um sie zu schmelzen. Daher ist es physisch-unmöglich, das Ende einer Eisenstange von 2,6 Mètres Länge um 1° durch die Erhitzung des andern Endes zu erwärmen, denn ehe das erste geschähe, würde sie an dem andern Ende zu schmelzen anfangen.

Um diese und ähnliche einzeln stehende Thatfachen durch eine Theorie in Zusammenhang zu bringen, geht Hr. Biot von dem Gesetze Newton's aus: dass, wenn zwei Körper von verschiedener Temperatur in Berührung kommen, die Menge der Wärme, welche der wärmere dem kältern

in kurzer Zeit mittheilt, (wenn sonst nichts die Lage verändert,) dem Unterschiede ihrer Temperatur entspricht. — Dieses Gesetz Newton's, wobei Biot übrigens von aller chemischen Wirkung abstrahirt, ist, wie er bemerkt, von Richmann durch Versuche bestätigt worden, und hat eben jetzt durch Graf Rumford ein neues Gewicht erhalten. Dr. Martin hat zwar Correctionen in diesem Gesetze angegeben, allein er stützte sich dabei auf Musschenbroek's Versuche, denen nicht ganz zu trauen ist, weil dieser Physiker sich zum Messen der Wärme complicirter Pyrometer bediente, deren verschiedene Dilatation Unregelmäßigkeit verursachte. Die einfachste Art, zu experimentiren, ist die beste, und nach Hrn. Biot stimmten die Versuche fast mathematisch genau mit der Theorie überein.

In dem Zustande des Gleichgewichts, das heißt, wenn die Temperatur der Stange stillstehend geworden ist, steht die Zunahme der Wärme über die Lufttemperatur für jeden Zoll im Verhältnisse mit seiner Entfernung von der Wärmequelle, und mit dem Verluste, den er durch die Berührung der Luft und durchs Ausstrahlen erleidet, welcher Verlust der umgebenden Temperatur proportional ist. In dem Zustande der Bewegung, das heißt, wenn die Temperatur der Stange sich während jedes Augenblicks ändert, vermöge der Wärme, die jeder Punkt in seiner Lage hinzu erhält, und der Menge, die er durchs Ausstrahlen und

die Berührung mit der Luft verliert, ist dagegen die Temperatur der Quantität gleich, um welche die Temperatur in den Intervallen zunimmt.

Diesen Voraussetzungen entsprechend, berechnete Biot indess nur den ersten Fall, wo nämlich die Temperatur *stationär* wird; und Eisen- oder Kupferstangen von 7 Fuß (22 Decimètres) Länge waren hinlänglich lang, daß das letzte Thermometer sich nicht merklich bewegte. Ausser dem in der hier mitgetheilten Tabelle angegebenen Versuche, wo die Eisenstange in 82° heisses Quecksilber gestellt wurde, hat Hr. Biot den Versuch mit einer *Kupferstange* und Quecksilber, auch mit der Eisenstange und schmelzendem *Zinn* und *Blei* wiederholt. Stets betrug der Unterschied, den die Beobachtung und die Berechnung gaben, keinen $\frac{1}{2}$ Grad R.; und da die Abweichung zwischen beiden bald plus, bald minus ist, so sieht man wohl, daß der Fehler auf Seiten der Beobachtung seyn müsse. Eine Formel des Hrn. Laplace in der *Mécanique céleste* diente dem Verf. zur Berechnung, aber in diesen Berechnungen mögen wir ihm hier nicht folgen.

Die Wärmefortpflanzung und das Ausstrahlen blieben in einer Stange stets in demselben Verhältnisse; bei verschiedenen war es etwas verschieden. Die Cohäsion, der Einfluß der hölzernen Füße, die Regelmäßigkeit der Eisenstange, die Dicke und Gestalt, so wie die Politur und andere Umstände, welche die Versuche lehren, und die in den

Instrumenten liegen, werden, wenn man sie in Anschlag bringen wird, die Resultate der Berechnung der Wärmefortpflanzung, in Vergleich mit den Versuchen, den Beobachtungen noch näher bringen.

Der Verf. macht von diesem allen eine sehr banreiche Anwendung. Jedermann kennt die Schwierigkeit, große Wärmegrade durch das Pyrometer zu messen. Schon wenn das Quecksilber sich dem Siedepunkte nur nähert, wird die Ausdehnung desselben nach de Luc ungleich. Newton wollte das Gesetz des Erkaltens der Körper in der Luft zum Maassstabe brauchen, um große Wärmegrade zu bestimmen, und Richmann suchte das durch Versuche auszuführen. Allein es ist schwer, den Punkt zu bestimmen, wenn Körper anfangen fest zu werden, und der mindeste Unterschied der Zeit veranlaßt einen großen Rechnungsfehler. So setzt Newton z. B. die Temperatur des schmelzenden Bleies auf 225° R., statt, wie der Verf. es beweist, sie nur 210° ist. Diese Fehler können indessen nur unbedeutend werden, wenn ein Newton rechnet, und stehen in keinem Vergleiche mit den Fehlern der Metallpyrometer.

Wendete man das geometrische Gesetz, nach welchem die Wärme in einer Metallstange, wenn man von einem constanten Wärmebehälter ausgeht, abnimmt, zur Bestimmung hoher Wärmegrade an; so dürfte man nur die Temperatur einiger Punkte

auf der Stange, und die Entfernung von der Wärmequelle wissen, um die Wärme der letztern zu bestimmen. Diesen Versuch könnte man mit mehreren Thermometern wiederholen, und wenn die Resultate etwas verschieden ausfielen, aus ihnen das arithmetische Mittel nehmen; doch müßte man vielleicht dem Thermometer, das der Wärmequelle näher ist, mehr Zuverlässigkeit zutrauen. Wenn der Unterschied nicht $0^{\circ},5$ Reaum. beträgt, so kann man das Resultat der Berechnung als die wahre Temperatur der Wärmequelle ansehen.

Nach dieser Methode fand Hr. Biot, indem er sich einer Eisenstange bediente, die Temperatur des schmelzenden Bleies $206^{\circ},4$ R., und wenn er sich der Kupferstange bediente, (die schneller leitet,) $210^{\circ},8$ R. Da hier der Unterschied sehr geringe ist, so kommt der so bestimmte Schmelzgrad des Bleies der Wahrheit wohl sehr nahe. Auf ähnliche Weise hat Hrr. Biot die Wärme des schmelzenden Zinnes zu bestimmen gesucht; so viel sich nach der Untersuchung mit der bloßen Eisenstange ausmachen läßt, war der Schmelzpunkt desselben dem von Newton aufgefundenen, nämlich 168° R., ziemlich gleich. [Vergl. oben S. 212.]

Mehrere Tabellen und Berechnungen, welche der trefflichen Abhandlung beigelegt sind, dienen dem aufgestellten Gesetze zur Bestätigung.

Friedländer.

VIII.

V E R S U C H E

über

das Absorptionsvermögen der Kohle

vom

Grafen CARL LUDW. von MOROZZO. *)

Ich hatte im Jahre 1783 im *Journal de Physique* zwei Aufsätze über die Absorption der atmosphärischen Luft und der verschiedenen Gasarten durch die Kohle bekannt gemacht. **) Sie wurden in das Englische, ins Deutsche und ins Italiänische übersetzt, und in mehrere physikalische und chemische Werke übergetragen. Van Noorden wiederholte meine Versuche, und erhielt dieselben Resultate; er und Rouppe in Rotterdam fanden, daß die Kohle, auch nachdem sie erloschen und erkaltet ist, das Vermögen beibehält, die Gasarten zu verschlucken; ***) auch ich hatte wahr-

*) Zusammen gezogen, mit Uebergang mancher veralteten Meinung, aus dem *Journal de Phys.*, t. 57, p. 465. d. H.

**) *Journ. de Phys.*, 1783, Avr., Nov. S. Lichtenberg's Magazin, B. 2, St. 2, S. 7, u. St. 3, S. 72. d. H.

***) Vergl. Scherer's allg. Journ. d. Chemis, Th. 3, S. 300. d. H.

genommen, daß nach gänzlichem Erkalten der Kohle noch Gas verschluckt wurde. Endlich hat van Mons die Abhandlung Rouppe's mit einigen interessanten Zufätzen bereichert. *) Bei dem allen bleibt indess noch gar viel über diesen Gegenstand zu untersuchen.

Das Interesse, welches die Physiker an diesen Versuchen genommen haben, bestimmt mich, ihnen auch die vorzulegen, welche ich seit 1784 angestellt habe, und die ich für einen dritten Aufsatz bestimmt hatte. Politische Unruhen verhinderten mich, sie noch weiter zu verfolgen, und ich hatte sie gänzlich vergessen, bis sie mir beim Ordnen meiner Papiere im October 1802 wieder in die Hand fielen.

Versuch 1. Die Kohle wog in diesem und den beiden folgenden Versuchen $1\frac{1}{2}$ Gros, wie in meinen frühern Versuchen, und war von Rothbuchenholz, (*hêtre*.) Die Glasröhren, in denen ich die Absorption beobachtete, waren $1\frac{1}{2}$ Zoll weit und 12 Zoll lang, und die ganze Einrichtung so, wie sie in meinen beiden frühern Aufsätzen beschrieben ist. Ich füllte die Röhre über einem Quecksilberapparate mit flusslaurem Gas, welches durch concentrirte Schwefelsäure aus Flusspath von Maurienne ausgetrieben wurde. Die hinein gebrachte Kohle absorbirte $7''$ $1'''$ Gas.

Versuch 2. Ich brachte darauf die Kohle in Luft, welche ich aus dem faulenden Gewässer ei-

*) Eben dasselbe, S. 724.

nes Abzugsgrabens aus der Stadt aufgefangen hatte, und die neben dem Kohlenwasserstoffgas auch kohlenfaures Gas enthielt. Sie absorbirte davon 6". Dieses ist eine weit größere Absorption, als ich im Wasserstoffgas aus Wasser, Eisen und Schwefelsäure erhalten hatte.

Versuch 3. Von dem über zwei gährenden Weinkufen aufgefangenen Gas absorbirte die Kohle vom einen 5", vom andern, dessen Kufe in der Gährung um 5 Tage weiter war, 5" 3'", indess sie vom kohlenfauren Gas gegen 11" verschluckt. Dieses beweist, daß jenes Gas, welches im Maximo der Gährung am meisten mephitisch ist, doch immer noch viel atmosphärische Luft enthält, und deshalb minder tödtlich seyn muß, als das kohlenfaure Gas. In der That habe ich gefunden, daß Thiere darin eine Zeit lang leben können. (S. meinen Auff. über die Respiration im *Journ. de Phys.*, Aug. 1784.)

Versuch 4. Der letzte Versuch, den ich aufgezeichnet finde, wurde mit *Kohlen von verschiedenen Holzarten* in *atmosphärischer Luft* angestellt. Die Kohlen wogen $\frac{1}{2}$ Drachme; die Röhren waren 12" lang und $\frac{1}{2}$ " weit; und man brachte die Kohlen durch das Queckfilber, womit sie gesperrt waren, hinein.

Kohle von.	Aborption binnen 1 Stunde.	Aborption binnen 24 Stunden.
Büchenholz (<i>hêtre</i>)	2" 3"	2" 4"
Weidenholz	2 2 $\frac{1}{2}$	2 3 $\frac{1}{2}$
Pappelholz	2 1 $\frac{1}{2}$	2 3 $\frac{1}{2}$
Hafelnußholz (<i>coudrier</i>)	1 11	2
Weinrebe	1 1	1 8

Es ist eine bekannte Erfahrung bei der Bereitung des Schießpulvers, daß die Qualität der Kohle auf die Güte des Pulvers Einfluß hat. Sie muß sich möglichst schnell entzünden. Dies thut die Kohle eines sehr dichten Holzes nicht, z. B. von Eichen, Kastanien, Nufsbaum, Büchenholz, u. f. f., weshalb man zur Pulverbereitung die Kohlen von weichem Holze, welches eine viel lockere Textur hat, vorzieht. Man nimmt Kohlen von Hafelnuß, Linden, Weide, Pappel, Erlen oder Faulbaum, und zwar nur von jungen sorgfältig abgerindeten Zweigen, weil die Rinde und das alte Holz zu viel erdige Theile [?] enthalten. Bei den Versuchen zu Effonne fand man, daß die Kohle von Faulbaum jeder andern vorzuziehen sey. — Um recht gutes und wirksames Pirschpulver zu bereiten, verkohlt man auch wohl den holzigen Theil der Hanfstengel und deren Splitter. Das mit diesen Kohlen bereitete Pulver habe ich jedes Mal nach der Pulverprobe als das beste gefunden. Ich habe selbst eine kleine Probe sehr wirksamen Pulvers gesehen, dem statt der Kohle verbranntes Papier beigemengt war. — Die Verkohlung muß

mit großer Sorgfalt gemacht werden, wie das in den englischen Pulverfabriken geschieht, deren Pulver alles übrige in Europa an Güte übertrifft. Man verkohlt das weiße abgerindete Holz in Cylindern oder einer Art Ofen aus Metall; dieses ist eine Art von Destillation, durch welche die Kohle die Eigenschaft erhält, im Augenblicke entzündet zu werden.

Ich halte es für interessant, die meisten Eigenschaften, welche man bisher an der Kohle wahrgenommen hat, hier zusammen zu stellen, damit man überlegen könne, ob das Analoge in vielen derselben sich nicht aus einerlei Ursache ableiten lasse.

1. Die Kohle ist einer der schlechtesten Wärmeleiter;

2. dagegen einer der besten Leiter für Electricität und Galvanismus.

3. In der Destillation giebt sie Wasserstoffgas, [Kohlen-Wasserstoffgas.] Dasselbe geschieht, wenn man sie glühend in Wasser taucht.

4. Kohlendampf entfärbt viele Pflanzenstoffe [?] und verdirbt die atmosphärische Luft, so daß sie zum Unterhalten der Flamme und zum Athmen untauglich wird.

5. Kohle auf einer Schale von Porzellan oder polirtem Glase dem Thau ausgesetzt, wird nicht, wie die Metalle, nass, wenn das Porzellan oder das Glas befeuchtet wird. Auch nicht Kohlenpulver in einer offenen hölzernen Büchse, wie ich eben selbst versucht habe.

6. Kohlenstaub, womit der Boden bedeckt ist, verhindert den Schnee, liegen zu bleiben, wie man das an den Orten sehen kann, wo man die Kohlen verkauft.

7. Kohlenpulver verwandelt Eisen in Stahl.

8. Kohlen in Wasser gethan, verhindern das Wasser, zu verderben.

9. Kohlenpulver, worüber man verdorbenes Wasser kocht, reinigt es, und nimmt demselben den fauligen Geschmack, welches, wie van Mons glaubt, nicht durch Desoxygenirung, sondern durch Oxygenirung, vermöge der verschluckten atmosphärischen Luft, geschieht.

10. Kohlenpulver dient, Syruppe und andere Pflanzenextracte zu klären. Achard hat sich denselben mit Erfolg zur Raffinirung des Runkelrüben-Zuckers bedient.

11. Kohlenstaub noch heiß auf einander gehäuft, entzündet sich hmanemahl von selbst, wie das in der Pulvermühle zu Essonne der Fall gewesen ist. *)

12.

*) Diese merkwürdige Selbstentzündung beschreibt in einem Briefe an Fourcroy der *Commissaire en Chef* dieser Pulvermühlen, Robin, in den *Ann. de Chimie*, t. 35, p. 93. „Am 23sten Mai 1799, als eben eine geringe Menge pulverisirter Kohle von Faulbaum durchgebentelt war, äußerte sich beim Oeffnen des Beutelkastens Hitze, und ein Arbeiter sah Feuer, wie eine Schlange, über die

12. Die Kohle hat die Eigenschaft, den Weinstein zu entfärben. *)

13. Man hat sich ihrer mit Erfolg als eines antiseptischen Mittels in fauligen Krankheiten bedient. [?] Kohlenpulver auf Wunden geschüttet, benimmt ihnen ihren übeln Geruch.

Vermuthlich lassen sich alle diese Erfahrungen aus einerlei Ursache erklären. Bis ein geschickter Chemiker und Physiker darüber ein helleres Licht verbreitet haben wird, wird es mir erlaubt seyn, meine Meinung mitzutheilen. Ich glaube, daß die Kohle unter allen Körpern am

die Oberfläche der Kohle hinlaufen. Man machte Löcher in den obern Theil des Kastens und goß Wasser hinein, allein die Kohle blieb brennend auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, und wurde erst gelöscht, als man sie mit einem Beien unter das Wasser brachte. Im Buntelkasten lag damahls gerade das Produkt mehrerer Verkohlungen von Faulbaumholz. Das letztere war erst den Abend vorher um 3 Uhr aus dem Ofen gezogen, und wie gewöhnlich zum Erstickten der Gluth in ein genau verschlossenes Behältniß gebracht, und darin bis 5 Uhr Morgens, also 14 Stunden lang, gelassen worden. Darauf hatte man es an einem offenen Orte geliebt, und dann unter Mühlsteinen zu einem Pulver gemahlen. Bei allen diesen Prozessen hatte den Arbeitern die Kohle dem Gefühl nach so warm nicht geschienen, als sie wohl manchemahl wird, hatte sich auch kein Fünkchen Feuer gezeigt, das, wäre es da gewesen, durch

Annal. d. Physik B. 17. St. 2. J. 1804. St. 6. Q

meisten Lichtstoff und Wärmematerie besitzt, sie überall begierig einschluckt, und sie, so zu sagen, mit sich verkörpert. Dafür scheinen mir folgende Versuche zu sprechen.

1. Zwei Thermometer, die mehrere Tage lang im Schatten hingen, hielten einen völlig gleichen Gang. Auf die Kugel des einen legte ich ein ausgehöhltes Stück Büchenkohle; nun zeigte es immerfort 1 bis $1\frac{1}{2}^{\circ}$ R. mehr als das andere, so wohl an Regen- und Nebeltagen als bei hellem Wetter und in der Kälte wie in mäßiger Temperatur. Zuletzt schwängert sich die Kohle mit Feuchtigkeit und dann verliert sie diese Eigenschaft.

die Arbeit selbst nothwendig hätte müssen angefacht werden. Die kleinen Kohlenstücke, die beim Sieben zurück behalten waren, hatten an freier Luft gelegen, und sich nicht entzündet. Die Bewegung des Beutels beim Beuteln ist nur mäßig, und das Kohlenpulver war ohne alle fremde Beimischung. Es scheint daher gewiss zu seyn, daß dieses eine Selbstentzündung der Kohle für sich war, veranlaßt durch die Hitze, welche das Kohlenpulver, als ein sehr schlechter Wärmeleiter, noch behalten hatte. Die Luft war etwas feucht, das Wetter nicht heiß, und kein Anzeichen von Gewitter. Vielleicht, daß durch eine ähnliche Entzündung manche von den Pulvermühlen, in welchen die Kohle zerstampft wird, aufgefliegen ist.“ So weit Robin. d. H.

*) Viel mehr Eigenschaften dieser Art findet man angegeben in den *Ann.*, XIII, 103. d. H.

2. Als auf das eine Thermometer eine gewöhnliche, auf das andere eine langsam gebrannte Kohle, (welche man deshalb für besser hält,) gelegt wurde, stand das letztere Thermometer immer $\frac{1}{2}^{\circ}$ höher als das erste.

3. Als der Versuch mit einer Bächenkohle, die 4 Stunden lang in den Sonnenstrahlen gelegen hatte, nachdem sie bis zur Lufttemperatur wieder herab gekommen war, angestellt wurde, zeigte das Thermometer, auf dem sie lag, einen größern Wärmegrad, als das andere mit gewöhnlicher Kohle.

4. Dafs es hierbei weder blofs auf eine Hülle gegen Berührung der Luft, noch auf einen schwarzen Ueberzug der Thermometerkugel ankam, erhellt daraus, dafs, als ich den Versuch mit Holz oder Bimsstein, die schwarz gefärbt waren, wiederholte, der Effekt ausblieb.

Noch andere sehr überzeugende Versuche, die ich angestellt habe, behalte ich mir vor, sammt den Instrumenten, mit denen sie unternommen wurden, in einem eignen Aufsatze zu beschreiben.

meisten Lichtstoff und Wärmematerie besitzt, sie überall begierig einschluckt, und sie, so zu sagen, mit sich verkörpert. Dafür scheinen mir folgende Versuche zu sprechen.

1. Zwei Thermometer, die mehrere Tage lang im Schatten hingen, hielten einen völlig gleichen Gang. Auf die Kugel des einen legte ich ein ausgehöhltes Stück Bächenkohle; nun zeigte es immerfort 1 bis $1\frac{1}{2}^{\circ}$ R. mehr als das andere, so wohl an Regen- und Nebeltagen als bei hellem Wetter, und in der Kälte wie in mäßiger Temperatur. Zuletzt schwängert sich die Kohle mit Feuchtigkeit, und dann verliert sie diese Eigenschaft.

die Arbeit selbst nothwendig hätte müssen angefaßt werden. Die kleinen Kohlenstücke, die beim Sieben zurück behalten waren, hatten an freier Luft gelegen, und sich nicht entzündet. Die Bewegung des Beutels beim Beuteln ist nur mäßig, und das Kohlenpulver war ohne alle fremde Beimischung. Es scheint daher gewiß zu seyn, daß dieses eine Selbstentzündung der Kohle für sich war, veranlaßt durch die Hitze, welche das Kohlenpulver, als ein sehr schlechter Wärmeleiter, noch behalten hatte. Die Luft war etwas feucht, das Wetter nicht heiß, und kein Anzeichen von Gewitter. Vielleicht, daß durch eine ähnliche Entzündung manche von den Pulvermühlen, in welchen die Kohle zerstampft wird, aufgefliegen ist.“ So weit Robin. d. H.

*) Viel mehr Eigenschaften dieser Art findet man angegeben in den *Ann.*, XIII, 103. d. H.

2. Als auf das eine Thermometer eine gewöhnliche, auf das andere eine langsam gebrannte Kohle, (welche man deshalb für besser hält,) gelegt wurde, stand das letztere Thermometer immer $\frac{1}{2}^{\circ}$ höher als das erste.

3. Als der Versuch mit einer Büchenkohle, die 4 Stunden lang in den Sonnenstrahlen gelegen hatte, nachdem sie bis zur Lufttemperatur wieder herab gekommen war, angestellt wurde, zeigte das Thermometer, auf dem sie lag, einen größern Wärmegrad, als das andere mit gewöhnlicher Kohle.

4. Daß es hierbei weder bloß auf eine Hülle gegen Berührung der Luft, noch auf einen schwarzen Ueberzug der Thermometerkugel ankam, erhellt daraus, daß, als ich den Versuch mit Holz oder Bimsstein, die schwarz gefärbt waren, wiederholte, der Effekt ausblieb.

Noch andere sehr überzeugende Versuche, die ich angestellt habe, behalte ich mir vor, sammt den Instrumenten, mit denen sie unternommen wurden, in einem eignen Aufsatze zu beschreiben.

meisten Lichtstoff und Wärmematerie besitzt, sie überall begierig einschluckt, und sie, so zu sagen, mit sich verkörpert. Dafür scheinen mir folgende Versuche zu sprechen.

1. Zwei Thermometer, die mehrere Tage lang im Schatten hingen, hielten einen völlig gleichen Gang. Auf die Kugel des einen legte ich ein ausgehöhltes Stück Bächenkohle; nun zeigte es immerfort 1 bis $1\frac{1}{2}^{\circ}$ R. mehr als das andere, so wohl an Regen- und Nebeltagen als bei hellem Wetter und in der Kälte wie in mässiger Temperatur. Zuletzt schwängert sich die Kohle mit Feuchtigkeit und dann verliert sie diese Eigenschaft.

die Arbeit selbst nothwendig hätte müssen angefacht werden. Die kleinen Kohlenstücke, die beim Sieben zurück behalten waren, hatten an freier Luft gelegen, und sich nicht entzündet. Die Bewegung des Beutels beim Beuteln ist nur mässig, und das Kohlenpulver war ohne alle fremde Beimischung. Es scheint daher gewiss zu seyn, daß dieses eine Selbstentzündung der Kohle für sich war, veranlaßt durch die Hitze, welche das Kohlenpulver, als ein sehr schlechter Wärmeleiter, noch behalten hatte. Die Luft war etwas feucht, das Wetter nicht heiss, und kein Anzeichen von Gewitter. Vielleicht, daß durch eine ähnliche Entzündung manche von den Pulvermühlen, in welchen die Kohle zerstampft wird, aufgelogen ist.“ So weit Robin. d. H.

*) Viel mehr Eigenschaften dieser Art findet man angegeben in den *Ann.*, XIII, 103. d. H.

2. Als auf das eine Thermometer eine gewöhnliche, auf das andere eine langsam gebrannte Kohle, (welche man deshalb für besser hält,) gelegt wurde, stand das letztere Thermometer immer $\frac{1}{2}^{\circ}$ höher als das erste.

3. Als der Versuch mit einer Bächenkohle, die 4 Stunden lang in den Sonnenstrahlen gelegen hatte, nachdem sie bis zur Lufttemperatur wieder herab gekommen war, angestellt wurde, zeigte das Thermometer, auf dem sie lag, einen größern Wärmegrad, als das andere mit gewöhnlicher Kohle.

4. Daß es hierbei weder bloß auf eine Hülle gegen Berührung der Luft, noch auf einen schwarzen Ueberzug der Thermometerkugel ankam, erhellt daraus, daß, als ich den Versuch mit Holz oder Bimsstein, die schwarz gefärbt waren, wiederholte, der Effekt ausblieb.

Noch andere sehr überzeugende Versuche, die ich angestellt habe, behalte ich mir vor, sammt den Instrumenten, mit denen sie unternommen wurden, in einem eignen Aufsatze zu beschreiben.

meisten Lichtstoff und Wärmematerie besitzt, sie überall begierig einschluckt, und sie, so zu sagen, mit sich verkörpert. Dafür scheinen mir folgende Versuche zu sprechen.

1. Zwei Thermometer, die mehrere Tage lang im Schatten hingen, hielten einen völlig gleichen Gang. Auf die Kugel des einen legte ich ein ausgehöhltes Stück Büchenkohle; nun zeigte es immerfort 1 bis $1\frac{1}{2}^{\circ}$ R. mehr als das andere, so wohl an Regen- und Nebeltagen als bei hellem Wetter, und in der Kälte wie in mäßiger Temperatur. Zuletzt schwängert sich die Kohle mit Feuchtigkeit, und dann verliert sie diese Eigenschaft.

die Arbeit selbst nothwendig hätte müssen angefacht werden. Die kleinen Kohlenstücke, die beim Sieben zurück behalten waren, hatten an freier Luft gelegen, und sich nicht entzündet. Die Bewegung des Beutels beim Beuteln ist nur mäßig, und das Kohlenpulver war ohne alle fremde Beimischung. Es scheint daher gewiß zu seyn, daß dieses eine Selbstentzündung der Kohle für sich war, veranlaßt durch die Hitze, welche das Kohlenpulver, als ein sehr schlechter Wärmeleiter, noch behalten hatte. Die Luft war etwas feucht, das Wetter nicht heiß, und kein Anzeichen von Gewitter. Vielleicht, daß durch eine ähnliche Entzündung manche von den Pulvermühlen, in welchen die Kohle zerstampft wird, aufgefliegen ist.“ So weit Robin. d. H.

*) Viel mehr Eigenschaften dieser Art findet man angegeben in den *Ann.*, XIII, 103. d. H.

2. Als auf das eine Thermometer eine gewöhnliche, auf das andere eine langsam gebrannte Kohle, (welche man deshalb für besser hält,) gelegt wurde, stand das letztere Thermometer immer $\frac{1}{2}^{\circ}$ höher als das erste.

3. Als der Versuch mit einer Bächenkohle, die 4 Stunden lang in den Sonnenstrahlen gelegen hatte, nachdem sie bis zur Lufttemperatur wieder herab gekommen war, angestellt wurde, zeigte das Thermometer, auf dem sie lag, einen größern Wärmegrad, als das andere mit gewöhnlicher Kohle.

4. Daß es hierbei weder bloß auf eine Hülle gegen Berührung der Luft, noch auf einen schwarzen Ueberzug der Thermometerkugel ankam, erhellt daraus, daß, als ich den Versuch mit Holz oder Bimsstein, die schwarz gefärbt waren, wiederholte, der Effekt ausblieb.

Noch andere sehr überzeugende Versuche, die ich angestellt habe, behalte ich mir vor, sammt den Instrumenten, mit denen sie unternommen wurden, in einem eignen Aufsatze zu beschreiben.

meisten Lichtstoff und Wärmematerie besitzt, sie überall begierig einschlückt, und sie, so zu sagen, mit sich verkörpert. Dafür scheinen mir folgende Versuche zu sprechen.

1. Zwei Thermometer, die mehrere Tage lang im Schatten hingen, hielten einen völlig gleichen Gang. Auf die Kugel des einen legte ich ein ausgehöhltes Stück Büchenkohle; nun zeigte es immerfort 1 bis $1\frac{1}{2}^{\circ}$ R. mehr als das andere, so wohl an Regen- und Nebeltagen als bei hellem Wetter, und in der Kälte wie in mäßiger Temperatur. Zuletzt schwängert sich die Kohle mit Feuchtigkeit, und dann verliert sie diese Eigenschaft.

die Arbeit selbst nothwendig hätte müssen angefacht werden. Die kleinen Kohlenstücke, die beim Sieben zurück behalten waren, hatten an freier Luft gelegen, und sich nicht entzündet. Die Bewegung des Beutels beim Beuteln ist nur mäßig, und das Kohlenpulver war ohne alle fremde Beimischung. Es scheint daher gewiß zu seyn, daß dieses eine Selbstentzündung der Kohle für sich war, veranlaßt durch die Hitze, welche das Kohlenpulver, als ein sehr schlechter Wärmeleiter, noch behalten hatte. Die Luft war etwas feucht, das Wetter nicht heiß, und kein Anzeichen von Gewitter. Vielleicht, daß durch eine ähnliche Entzündung manche von den Pulvermühlen, in welchen die Kohle zerstampft wird, aufgefliegen ist.“ So weit Robin. d. H.

*) Viel mehr Eigenschaften dieser Art findet man angegeben in den *Ann.*, XIII, 103. d. H.

2. Als auf das eine Thermometer eine gewöhnliche, auf das andere eine langsam gebrannte Kohle, (welche man deshalb für besser hält,) gelegt wurde, stand das letztere Thermometer immer $\frac{1}{2}^{\circ}$ höher als das erste.

3. Als der Versuch mit einer Büchenkohle, die 4 Stunden lang in den Sonnenstrahlen gelegen hatte, nachdem sie bis zur Lufttemperatur wieder herab gekommen war, angestellt wurde, zeigte das Thermometer, auf dem sie lag, einen größern Wärmegrad, als das andere mit gewöhnlicher Kohle.

4. Dafs es hierbei weder blofs auf eine Hülle gegen Berührung der Luft, noch auf einen schwarzen Ueberzug der Thermometerkugel ankam, erhellt daraus, dafs, als ich den Versuch mit Holz oder Bimsstein, die schwarz gefärbt waren, wiederholte, der Effekt ausblieb.

Noch andere sehr überzeugende Versuche, die ich angestellt habe, behalte ich mir vor, sammt den Instrumenten, mit denen sie unternommen wurden, in einem eignen Aufsatze zu beschreiben.

IX.

NACHRICHT

*von den künstlichen Gesundwässern,
welche im Großen verfertigt*

FRIEDR. WILH. FRIES,

Ehrenmitgl. der phys. Ges. in Zürich und der kurpfalzbaierischen
u. kurerzkaiserlichen künstl. Gesundbrunnen Director
zu Prüfening bei Regensburg.

Einem großen Theile des Publicums sind die von Paul in Paris, [*Ann.*, XI, 74,] und von Schweppe in London errichteten pneumatischen Anstalten für die Bereitung aller Arten künstlicher Mineralwasser rühmlichst bekannt. Auch haben die Herren Ziegler, Vater und Sohn, in Winterthur, eben dieses Geschäft schon seit einigen Jahren mit großem Eifer betrieben, und das Publicum von der Möglichkeit der Bereitung künstlicher, den natürlichen noch vorzuziehenden, Mineralwasser in zwei gedruckten Schriften*) gründlich belehrt.

Durch die Verbindung mit Hrn. Ziegler

*) Bemerkungen über gemeines Wasser, und besonders über natürliche und künstliche Mineralwasser von Jakob Ziegler. Winterthur 1799.
— Neue Anzeige über die Bereitung künstlicher Mineralwasser von Jakob Ziegler. Zürich 1801.

wurde ich mit dem, was bis dahin von angeführten Fabrikanten geleistet worden, in kurzem vertraut, und die Kenntnisse in der Mechanik, die ich mir während eines siebenjährigen Aufenthalts in England erworben habe, setzten mich in den Stand, einen neuen Plan zu den dazu nöthigen Geräthschaften ganz nach eigener Erfindung zu entwerfen. Ich habe diese Geräthschaften mit englischem Kunstfleisse und neu erfundenen Werkzeugen eigenhändig ausgearbeitet, und ihnen nach technischen so wohl als physisch-chemischen Grundsätzen die einfachste und zweckmässigste Einrichtung gegeben, so daß ich jede Gasart mit tropfbaren Flüssigkeiten in einem, bisher selbst von erfahrenen Chemikern für unmöglich gehaltenen Grade zu verbinden vermag. Die von mir aufgestellten Proben sind auf allerhöchste Weisung, im Namen der kurfürstl. baierischen Akademie der Wissenschaften zu München, vom Professor Imhof, Direktor der Akademie, chemisch untersucht, und mit seinem Beifalle beehrt worden, worauf ich die allerhöchste Bewilligung erhalten habe, dergleichen wohlthätige Anstalten in den kurpfalzbaierischen Staaten, wo ich wolle, errichten zu dürfen; eine Bewilligung, die auch Se. kurf. Gnaden der Herr Reichserzkanzler auf seine Staaten auszudehnen geruht hat.

Paul, Schweppe und Ziegler haben sich, was die festen Bestandtheile betrifft, nach den Analysen Bergmann's und anderer geschickter Che-

miker gerichtet, um die bekanntesten Mineralwasser; Selzer, Spaer, Pyrmonter, u. f. f., nachzunehmen; die unnützen, ja bisweilen schädlichen Bestandtheile haben sie weggelassen, und ihren Wassern so viel Gasgehalt gegeben, als es die Einrichtung ihrer Geräthschaften ihnen gestattete. Diese künstlichen von Paul in Paris verfertigten Mineralwasser sind von dem Nationalinstitute, die von Ziegler fabricirten von dem Sanitätsrath in Lausanne öffentlich als zweckmässig anerkannt worden, und die von Schweppe in London bereiteten Wasser werden dort mit allgemeinem Beifalle getrunken. Dagegen hat der kurfürstl. Medicinalrath in München zu erkennen beliebt: „dass „alle diejenigen, den bisher gebräuchlichsten Mineralquellen ähnlich verfertigten Wasser *qualitative* und *quantitative* die nämlichen Bestandtheile, wie die natürlichen, und folglich alle die gröbern Erdarten enthalten, und auch nur den Grad von Gasgehalt haben sollen, welche diese gewöhnlich mit sich führen.“ Allein die meisten natürlichen Gesundbrunnen nehmen, so wie sie durch dieses oder jenes Gebirgslager zufälliger Weise fließen, oder heftige Regengüsse sich ereignen, mehr oder weniger entbehrliche, auch wohl der Gesundheit nicht zuträgliche Ingredienzien in sich auf. Daher muss es dem Arzte wichtig seyn, die Kunst zu Hülfe zu nehmen, zur reinsten Darstellung dieser Gesundheitswasser, und zur stärkern Sättigung derselben mit der wohlthätigen Kohlen säure.

Auf Anrathen des Hofr. und Dr. Schäßkes in Regensburg werde ich fürs erste folgende Wasser zu allgemeinem medicinischen Gebrauche fabriciren, die übrigen Gattungen aber, so wie die Umstände oder die Verschreibungen der angesehensten Aerzte sie erheischen, auf Bestellung liefern.

1. *Kohlen-saures Bitterwasser*, welches 210 Gran Sedlitzer Salz in 12 Unzen Wasser enthält und mit Kohlen-säure überschwängert ist; wodurch es weit angenehmer als das gewöhnliche Seidschützer Bitterwasser zu trinken ist, und im nöthigen Falle anhaltender gebraucht werden kann, ohne daß der Magen geschwächt wird.

2. *Reines kohlen-saures Wasser*, das ist, reines Quellwasser, welches mit kohlen-saurem Gas so stark geschwängert ist, als ich es für die meisten Constitutionen für zuträglich gefunden habe. Sollte es für sehr schwächliche Personen zu stark gesättigt seyn, so können sie es mit reinem Wasser oder Milch verdünnen, oder auch mit gestoßenem Zucker genießen. Punsch-Syrup, Liqueur d'eau de noyaux, und andere gute süße Liqueure, oder des Morgens veräußerte und mit einigen Tropfen Rum oder Arrack vermischte Milch, gehen damit ein überaus liebliches Getränk.

3. *Reines Stahlwasser*, so wie die Natur bis jetzt noch keines geliefert hat, indem die berühmtesten Eisenwasser entweder mit gröbern Erdsarten und unschicklichen Mittelsalzen gemischt sind,

oder nicht den Grad von Kohlensäure enthalten, wie die meinigen.

Diese drei Gattungen sind, (die Schwefelwasser ausgenommen,) das Fundament aller bis jetzt bekannten Gesundbrunnen, und ein erfahrener Arzt wird gewiß weit lieber dem reinen kohlen-sauren Wasser andere beliebige Bestandtheile, die er für nützlich hält, z. B. Natrum, Kochsalz, u. d. m., in Mengen, wie die besondern Umstände jedes Patienten es erheischen, beismischen lassen, — als sich an die immer gleiche Mischung eines Selzer, Fachinger, u. s. w., Wassers binden. Werden indeß bestimmte Mischungen verlangt, so bin ich gern bereit, sie zu liefern. Nur muß die geringste Bestellung nicht unter 50 Flaschen seyn, wenn es eine Mischung wäre, die nicht allgemein getrunken wird.

Als eine kleine Probe, was die Kunst in Ansehung der Verbindung der Gasarten mit tropfbaren Flüssigkeiten zu vollbringen vermag, hatte ich der Untersuchungs-Commission Wasser mit einer weit größern Menge Kohlensäure, als obige Wasser enthalten, übergeben. Es stand mehrere Stunden im offenen Trinkglaße, ohne daß sich Luftperlen zeigten; so daß die unglaubliche Menge Kohlensäure ganz in tropfbare Flüssigkeit übergegangen zu seyn schien, und erst beim Kosten durch den sauern Geschmack sich zeigte, oder in Luftblasen sich entband, wenn das Wasser entweder bewegt, oder einer wärmeren Temperatur, oder

auch einem mindern Drucke der Atmosphäre ausgesetzt wurde. Ich erwähne das, damit man nicht etwa die Güte meiner Wasser bloß nach dem ersten beim Eröffnen der Flasche sich zeigenden Aufbrausen beurtheile. Ich will zwar nicht in Abrede seyn, daß, selbst bei aller möglichen angewandten Sorgfalt in Auslesung der hier verkäuflichen Stöpsel, nicht etwa der eine oder der andere ein wenig Luft unmerklich durchlassen mag, so daß man für das ganz luftdichte Verschließen, wie es bei einem gut verfertigten metallenen Hahn Statt haben würde, um so weniger gut stehen kann, weil auch die Mündungen der Flaschen gar selten die gehörige Form und Glätte haben. Allein auf der andern Seite wird man ebenfalls einsehen, daß durch eine so innige Verbindung die Kohlensäure in entferntere feine Kanäle des menschlichen Körpers geleitet werden kann, als wenn das meiste schon vor dem Hinunterschlucken in Luftblasen entwiche. Sollte mich indess das Publicum so unterstützen, daß es mir möglich würde, meinen Plan auszuführen, nach welchem Curgäste diese Wasser *gerade von der künstlichen Quelle fließend* trinken könnten, so würden sie dann freilich noch einen Unterschied in dem annehmlichen Geschmacke derselben finden, und bei dem Bitterwasser den ächten Campagner-Schaum, und bei dem reinen säuerlichen und dem Stahlwasser das Schauspiel der in unzähliger Menge von Perlen entweichenden *über/chüssigen* Luftläure nie vermissen. An

geschickter Vorrichtung, das Wasser auch mit sehr viel überschüssiger Luft abzuziehen, fehlt es gewiss nicht; allein, ungeachtet aller angewandten Kosten und Mühe, um mir recht haltbare Flaschen zu verschaffen, lassen sich die Arbeiter auf den Glashütten von ihrem gewöhnlichen Schlendrian nicht abbringen, und so sehe ich mich wider meinen Willen gezwungen, einen kleinern Theil von überschüssiger Luft in den Flaschen zu lassen, damit nicht die meisten während des Fallens zer Sprengt werden. Und doch finden Kenner eine Flasche meines reinen luftsauren Wassers erfrischender, erquickender und wirksamer, als einen ganzen Krug Selzerwasser. Selbst mit eben so viel Quellwasser verdünnt, wird man es noch stärker als das gewöhnliche Selzerwasser finden.

Der Preis jeder Flasche der drei erwähnten Gattungen Wasser ist 30 kr. Auch bei besondern Bestellungen ist der nämliche Preis zu 30 kr. für die Flasche fest gesetzt, es sey denn, daß der Arzt Ingredienzien verschriebe, die theurer als diejenigen sind, welche die natürlichen Mineralwasser gewöhnlich mit sich führen. Die Wasser sind zu haben in München bei Lunglmayer's Sen. Wittwe, und in Regensburg bei Fabricius und der Wittwe Porzelius. Apotheker, die einen Verlag derselben zu halten wünschen, bekommen einen billigen Rabat.

Präsening bei Regensburg im Jul. 1803.

X.

PREISAUFGABEN

von

*der königl. böhmischen Gesellschaft der
Wissenschaften.*

1. *Durch welche Mittel und Wege können die mannigfaltigen Verfälschungen sämmtlicher Lebensmittel ausserhalb der gesetzlichen Untersuchung aufgehoben, oder doch vermindert werden?*

Es ist bekannt, dass die meisten Verfälschungen theils durch Vermengung und Vermischung verdorbener Stoffe, theils durch fremde schädliche Zusätze, oder auch durch Zubereitung und Aufbewahrung in schädlichen Gefässen oder Geschirren bewirkt werden. In dieser dreifachen Beziehung glaubt die Gesellschaft, dass für das allgemeine Gesundheitswohl schon dadurch ein grosser Schritt gemacht werde, wenn die in verschiedenen chemischen Schriften hierüber bereits vorhandenen Mittel gesammelt, zugleich aber auf einfachere, wohlfeilere, in der Anwendung leichtere, und sichere Verfahrungsarten gebracht, und überhaupt so beschrieben würden, dass sie dem gemeinen Manne verständlich, und jedem Stadt- und Landbewohner unbedenklich in die Hände gegeben werden können. Indess bleibt es dem Verfasser

unbenommen, auch noch andere Mittel zu diesem Endzwecke in Vorschlag zu bringen.

Die königl. Gesellschaft der Wissensch. bestimmt für die beste Beantwortung dieser Frage in deutscher Sprache einen Preis von 500 fl.; und da die gekrönte Schrift in 500 Exemplaren abgedruckt werden soll, so überläßt sie dem Verfasser auch noch 50 auf Schreib- und 350 Exemplare auf Druckpapier zu beliebigem Gebrauche.

2. Für die beste in deutscher Sprache verfasste *kritische Prüfung und Würdigung aller Quellen der böhmischen Geschichte, nebst einer Anzeige und Beurtheilung der vorzüglichsten historischen Werke Böhmens*, bestimmt die königl. Gesellschaft der Wissensch. einen Preis von 300 fl., und beschenkt den Verfasser von der in 500 Exemplaren zu veranstaltenden Ausgabe der gekrönten Schrift noch mit 50 auf Schreib- und 350 Exemplaren auf Druckpapier.

Zum Termine der Einsendung wird für beide Aufgaben der letzte December 1805 fest gesetzt.

Die Concurrenten haben demnach ihre Aufsätze an den unterzeichneten Sekretär der Gesellschaft postfrei mit versiegeltem Namen, und einer Devise, wie gewöhnlich, einzusenden.

Prag den 23ten April 1804.

Tobias Gruber,
Sekretär.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1804, SIEBENTES STÜCK.

I.

PRÜFUNG

*der Hypothese des Grafen von Rumford
über die Fortpflanzung der Wärme
in den Flüssigkeiten,*

vom

H o f r a t h P A R R O T,

Prof. d. Phys. auf der Univers. zu Dorpat.

Der Herr Graf von Rumford hat um die Lehre der Wärme ein doppeltes Verdienst. Einmahl hat er das, was der Physiker über die Wärme schon allgemein wufte, mit sehr glücklichem Erfolge praktisch angewandt, und gezeigt, wie vortheilhaft eine geschickte Anwendung theoretischer Kenntnisse auf die praktische Feuerung sey; dann aber hat er auch theoretische Betrachtungen über die Wärmeleitung angestellt, welche durch sehr interessante Versuche veranlaßt worden sind. Der

Annal. d. Physik. B. 17. St. 3. J. 1804. St. 7.

R

Werth dieser Versuche, die sich durch Sorgfalt und Scharfsinn auszeichnen, ist bleibend, obgleich der Physiker mit den Folgerungen, welche der Herr Graf aus ihnen zieht, weniger zufrieden zu seyn Ursache haben möchte. Ich läugne es mir nicht, daß meine gegenwärtige Unternehmung ihre Schwierigkeiten hat, die nicht nur in der Natur der Sache, sondern auch in äußern zufälligen Umständen liegen. Der Herr Graf Rumford ist seit vielen Jahren als ein sehr schätzbarer Naturforscher bekannt, seine praktischen Arbeiten über die Wärme und seine äußerst menschenfreundlichen Bemühungen, den Armen überall eine gesunde und wohlfeile Speise zu bereiten, haben schon einen allgemeinen so wohl verdienten Beifall erworben, daß es wenigstens dem Herzen der übrigen Naturforscher Ehre macht, daß sie sich hier vielleicht williger als sonst fanden, den theoretischen Meinungen eines mit Recht so beliebten Physikers beizupflichten, ehe die gehörige Untersuchung derselben angestellt wurde. Es gereicht sogar nicht zu meinem Vortheile, daß Männer, wie de Lüc und Gren, nur wie im Vorbeigehen Einwendungen machten, und nachher schwiegen. Freilich schwieg der Letztere, — weil sein allzu früher Tod aller seiner Thätigkeit hienieden ein Ende machte; aber niemand betrat sonst seine Fußstapfen, und so wurde die Rumfordische Hypothese von der Nichtleitungsfähigkeit der Flüssigkeiten als Theo-

rie anerkannt. *) Wider diese Masse von Autoritäten bringe ich nun consequente Schlüsse und sorgfältig angestellte Versuche; und damit hoffe ich, meine Absicht zu erreichen, sogar bei dem Urheber der bestrittenen Hypothese, der an mehreren Orten erklärt, daß er es gern sehen wird, daß seine Ideen den Scharfsinn anderer Physiker in Thätigkeit setzten und einer zweckmäßigen Prüfung

*) Daß des Grafen von Rumford Hypothese, in aller Strenge genommen, in sich nicht bestehen, und in wie fern sie höchstens wahr seyn könne, ist mehrmahls, in den *Annalen*, (I, 214, 323; II, 254; V, 340,) erinnert worden; auch findet man hier, (VI, 407,) die Abhandlung Socquet's, in welcher dieser aus Versuchen im Großen zu beweisen suchte, daß Wasser kein absoluter Nichtleiter der Wärme sey. Späterhin machten mehrere treffliche englische Physiker, (Dalton in Manchester und Thomson und Murray in Edinburg,) sehr genaue, die Meinungen des Grafen von Rumford prüfende und berichtende Versuche bekannt, durch deren Mittheilung in vollständigen, (d. h., nur im Vortrage, nicht in den Sachen abgekürzten,) Auszügen, in den *Annalen*, XIV, 129 — 198, ich mir, auch schon als bloßer Referent einiges Verdienst zueignen zu dürfen glaube. Daß Herr Prof. Parrot diesen seinen wichtigen und interessanten Aufsatz vollendet, und vielleicht schon nach Deutschland geschickt hatte, ehe ihm irgend etwas von diesen letztern Prüfungen bekannt war, sieht man aus den *Annalen*, XIII, 180.

unterworfen würden. *) Dafs keine andere Leidenschaft als meine Liebe für die Naturwissenschaft mich zu dieser Prüfung bestimmt habe, das wird man, hoffe ich, mir gern glauben, wenn man sich erinnert, dafs ich schon mehr als Eine solche Hypothese von den angesehensten Naturforschern mit Erfolg beleuchtete, und zwar ohne in misselliche Verhältnisse mit ihren Urhebern zu gerathen. Möge doch die Geschichte der physikalischen Literatur sich immer, nicht durch kalte Mässigung, (denn der Naturforscher mufs in solchen Fällen mit warmen Eifer bei seiner Arbeit seyn,) sondern durch Unbefangenheit und Entfernung aller Privatrücksichten auszeichnen!

Die Arbeit des Grafen Rumford ist mir durch die Auszüge, welche die *Annalen der Physik* davon geliefert haben, **) und durch die deutsche Uebersetzung seiner *Essays* ***) bekannt. Diese letztern werde ich dieser Prüfung zum Grunde le-

Seine Untersuchung erhält durch diese Selbstständigkeit einen eignen Reiz; wo es nöthig seyn sollte, auf jene Versuche hinzuweisen, wird mir indeß ein so eifriger und uneigennütziger Wahrheitsforscher gern erlauben.

d. H.

*) Vergl. *Annalen*, XV, 241.

d. H.

**) *Annalen*, I, 215 f., 323 f., 436 f.; II, 249 f.; und V, 288 f.

d. H.

***) Benj. Grafen von Rumford's kleine Schriften, politischen, ökonomischen und philosophischen Inhalts, nach der zweiten vermehrten Ausgabe aus dem Englischen übersetzt, 2ter Band. Weimar 1800.

gen, um sicher zu seyn, daß mir nichts entgangen ist, was für die Hypothese sprechen möchte. *)

Ein Blick über den gegenwärtigen Zustand unserer Lehre der Wärme wird sogleich uns überzeugen, daß diese Lehre gleichsam nur in der Wiege ist. Sie ist, die Unterscheidung der latenten und freien Wärme abgerechnet, nicht viel mehr, als eine nicht zusammen hängende Collection von Vorstellungsarten, deren jede, außer dem Namen ihres Urhebers, noch etwas für sich hat, und die eben dadurch beweiset, daß wir unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand noch nicht zur Würde einer Theorie erheben können. Um so größer wäre das Verdienst des Grafen Rumford, wenn er einen neuen wichtigen Satz aufgestellt hätte, welcher gleichsam als Standpunkt für die Uebersicht jener Vorstellungsarten diene.

Von der Seite besonders sah ich die Rumford'sche Hypothese an, und suchte von dort aus in Wilke's relativer und specifischer Wärme, in Crawford's Capacität für die Wärme, in Magellan's, Bergmann's und Kirwan's specifischer Wärme, in de Lüc's gebundener und freier Wärme, in Lavoisier's Resultaten mit dem Calorimeter, in den Meinungen Mayer's, Gren's und anderer über diesen Punkt, endlich in den ver-

*) Die Auszüge in den Annalen sind vollständig, in dem oben erklärten Sinne, und der Leser wird die in der Folge citirten Stellen in ihnen nicht vergeblich suchen.

schiedenen Begriffen von strahlender Wärme und Wärmeleitung einen richtigen ununterbrochenen Zusammenhang zu finden. Und das war auch, wenn ich nicht irre, die Absicht des Grafen Rumford selbst, die er auch einiger Maffen auszuführen anfing. Allein, — weit entfernt, aus der Annahme seines Hauptsatzes Licht zu ziehen, — entstand vielmehr aus ihm eine weit grössere Verwirrung, und ich mußte also das thun, was die bloße Ansicht der Versuche mich schon als nothwendig voraus sehen ließ, nämlich die Versuche selbst einzeln durchgehen, und sehen, was wir, bei der Voraussetzung ihrer Richtigkeit, die ich im mindesten nicht bezweifle, aus denselben schließen dürfen.

Meine gegenwärtige Arbeit zerfällt in 2 Abschnitte: 1. Prüfung der Versuche des Grafen Rumford und der Schlüsse, die er daraus zieht. — 2. Widerlegung seines Hauptsatzes durch directe Versuche, und Aufstellung und Beweis eines neuen Satzes in der Lehre der Wärmeleitung, welcher viele Lücken in der Erklärung der Phänomene der Wärme ausfüllen wird.

E r s t e r A b s c h n i t t .

Prüfung der Rumfordischen Versuche und Schlussfolgen.

Der Hauptsatz des Grafen Rumford ist folgender: „Alle Flüssigkeiten sind absolute Nichtleiter der Wärme, und jede Fortpflanzung von Wär-

„me, welche man in ihnen beobachtet, geschieht
 „nach dem hydrostatifchen Geſetze, daß Flüſſig-
 „keiten von verſchiedenen ſpecifiſchen Gewichten
 „nur dann im Gleichgewichte ſeyn können, wenn
 „die leichtſte die oberſte Stelle eingenommen hat.
 „Wird nämlich eine Flüſſigkeit erwärmt, ſo erhal-
 „ten die den Wärme gebenden Körpern zunächſt
 „liegenden Theile eine höhere Temperatur; dieſe
 „aber geht nicht in die nächſten Schichten über, ſon-
 „dern die erſte Schicht bewegt ſich, vermöge ih-
 „res geringern ſpecifiſchen Gewichts, in die Höhe,
 „läßt auf dieſe Art andere Schichten an die ver-
 „laſſene Stelle treten, wo ſie, wie die erſte, er-
 „wärmt werden und gleichfalls ihre Stelle ändern
 „Schichten einräumen.“ Da es wichtig iſt, über-
 zeugend darzuthun, daß dieſes die wahre Hypo-
 theſe des Grafen Rumford iſt, ſo berufe ich
 mich auf folgende Stellen:

Seite 7: „Ja, ſogar nachdem die Reſultate mehrerer
 Verſuche, welche mir entſcheidend ſchienen, mich zu
 dem Schluſſe berechtigten, daß die Luft ein Nichtlei-
 ter der Wärme ſey, oder daß die Wärme ſie nicht paſ-
 ſiren kann, ohne durch ihre Theilchen fortgeführt zu
 werden, wobei dieſe individuell und unabhängig von
 einander wirken.“ — — — Seite 8: „In meiner
 vorigen Abhandlung — — gab ich ſchon an, wie ich
 auf die Entdeckung geführt wurde, daß Dampf und
 Flamme Nichtleiter der Wärme ſind. Nun will ich
 dem Publicum eine Menge von Verſuchen mittheilen,
 die ich ſeit einiger Zeit anſtellte, welche, wie ich glau-
 be, darthun werden, daß Waſſer und wahrſcheinlich
 alle übrige flüſſige Körper dieſelbe Eigenschaft beſitzen.

Dies will nämlich so viel sagen, daß, obgleich die Theile jeder Flüssigkeit, an sich betrachtet, die Wärme von andern Körpern annehmen, oder sie ihnen mittheilen können, doch aller *Wechsel* und alle *Mittheilung* der Wärme unter diesen Theilchen selbst absolut unmöglich sey.“ — Seite 109: „Dieses Factum giebt, wie ich mir Schmeichle, den allerunläugbarsten Beweis, daß Wasser ein *vollkommener Nichtleiter* der Wärme ist, und daß sich die Wärme darin *nur* zu Folge der Bewegungen, die sie in einzelnen abgeforderten Theilen des Wassers hervor bringt, fortpflanzt.“ — Seite 164: „Aus den Resultaten aller dieser mit Versuchen angestellten Nachforschungen glaube ich mit Sicherheit schliessen zu können, — daß Wasser, Oehl und Quecksilber *vollkommene Nichtleiter* der Wärme sind, oder daß von dem Augenblicke an, wo diese Stoffe die Form der Flüssigkeit annehmen, alle wechselseitige Abtretung und Mittheilung der Wärme unter ihren Theilchen und aller unmittelbarer Uebergang der Wärme von einem Theilchen zum andern schlechterdings unmöglich ist. — Wenn aber alle wechselseitige Mittheilung und aller unmittelbarer Uebergang der Wärme von einem Theilchen zum andern benachbarten in so vielen elastischen und unelastischen Flüssigkeiten, (die noch dazu in vielen andern Rücksichten so wesentlich von einander unterschieden sind,) schlechterdings unmöglich ist; sollte dies uns nicht zu dem Schlusse hinlänglich berechtigen, daß diese Eigenthümlichkeit allen flüssigen Körpern gemein sey, ja, daß sie sogar zum Wesen der Flüssigkeit selbst gehöre?“

Diese Citate werden, hoffe ich, überzeugen, daß ich dem Grafen Rumford keine andere Meinung als seine eigne, in der obigen kurzen Darstellung seiner Hypothese zueigne, und so will ich zu-

erst einige allgemeine Betrachtungen über diese Hypothese anstellen.

Unter *Wärmeleitungsfähigkeit* verstanden wir bis jetzt die Fähigkeit, Wärme aufzunehmen und Wärme abzugeben. Nun aber gelte der Graf Rumford den Flüssigkeiten die Eigenschaften zu, daß ihre an wärmern Körpern unmittelbar anliegenden Schichten Wärme aufnehmen, und muß ihnen gleichfalls die Eigenschaft einräumen, daß diese Schichten, wenn sie mit einem andern kältern Körper in Berührung kommen, ihnen ihre Wärme abgeben; sonst wäre jede Erkaltung unmöglich. Folglich sind diese Schichten einer Wärmeleitung fähig. Noch mehr, wenn man sich eine Flüssigkeit dächte, deren physisch unendlich kleine Schichten mit Ebenen von festen Körpern, auch vom schlechtesten Leiter, wie etwa Glas, abwechselten, so müßte die Wärme sich durch diese Abwechselungen vortrefflich fortpflanzen, besser als durch eine cylindrische Masse, welche nur von oben gleichförmig erwärmt würde, weil unter der Bedingung der Gleichförmigkeit kein Wechsel der Schichten Statt finden kann. — Die absolute Unmöglichkeit einer Fortleitung der Wärme durch Flüssigkeiten, ohne Wechsel der Schichten, also durch die Hypothese selbst widerlegt.

Nehmen wir an, daß die Mittheilung der Wärme zwischen den Theilen einer Flüssigkeit unmöglich sey, hingegen möglich und leicht zwischen den Theilen dieser Flüssigkeit und allen festen Körpern, so verstoßen wir ferner wider alle Analogie.

Nicht nur in allen bisherigen Hypothesen vom Wärmestoffe giebt es bekanntlich gar keinen Grund, die Fortpflanzung zwischen festen Körpern und Flüssigkeiten für leichter zu halten, als zwischen den Theilen einer Flüssigkeit, sondern gerade in der Rumfordischen Hypothese vom Wärmestoffe ist der Widerspruch mit den gewöhnlichen Analogieen am auffallendsten. In seiner Untersuchung der durch Friction erzeugten Wärme, (*Annalen*, XII, 554, Anm.,) äußerte nämlich der Graf die schon sehr alte Meinung, daß die Wärme ein besonderes Phänomen einer eigenthümlichen innern Bewegung der Körper sey. Nun ist es bekannt, daß Blei, Zinn, Gold, keiner uns bekannten innern fortgesetzten Bewegung ihrer Theile fähig sind, weil ihre Theile zugleich sehr verschiebbar und gegeneinander stark anziehend sind. Aber alle Luftarten sind unzähliger solcher innern Bewegungen fähig. Folglich sollten jene schlechte Leiter seyn, diese vortreffliche. Nicht minder bekannt ist es aber, und es wird der Herr Graf gewiß es nicht in Zweifel ziehen, daß Blei, Zinn, Gold die vollkommensten Wärmeleiter sind, Gasarten aber unter die schlechtesten gehören. Es bleibt also in diesem Conflict von widersprechenden Analogieen nur die Wahl, welche Meinung, die über die Leitung, oder die über die Natur der Wärme, Graf Rumford aufgeben will. Entschloß er sich indeß, auch die letztere fallen zu lassen; so bieten ihm doch alle übrige Hypothesen über die Fortpflanzung der

Wärme nirgends den mindesten Grund für den Satz der bessern Leitung zwischen festen und flüssigen Körpern, geben vielmehr sehr viele dawider, wie ich es weiterhin zeigen werde. Doch diese Einwendungen mögen von ihrer Stärke viel verlieren, wenn man dagegen erinnert, daß sie am Ende dieselbe ihre Stärke vielleicht nur aus unsrer Unwissenheit schöpfen. Ich gebe sie aber auch jetzt nur als Gründe der Wahrscheinlichkeit.

Ich gehe jetzt zu noch directern Einwendungen über. Wenn die erwärmten Schichten der Flüssigkeiten innere Bewegung vermöge ihres geringern specifischen Gewichts erhalten, und diese Bewegung in den tropfbaren Flüssigkeiten Gegenstand der Beobachtung ist, und sie augenblicklich bei der Erwärmung Statt findet; so liegt in dieser allerdings richtigen Thatfache schon eine Widerlegung des Hauptsatzes. Denn die Schicht, die augenblicklich sich bewegte, mußte eine meßbare Dicke haben und also bis zu dieser Tiefe augenblicklich von der Wärme afficirt werden, und, wie de Lavo sehr scharfsinnig bemerkt, der diese Einwendung zuerst machte, *) der Grund, warum in einer Flüssigkeit diese Durchdringung nicht wie bei dem festen Kör-

*) Von Crell's *chemische Annalen*, 1798, B. 1, S. 288 f., und in diesen *Annalen*, I, 467. Was ich dort aufserte, um diese Einwendung zu entkräften, nehme ich zurück, und lasse daher hier mehreres fort, was Herr Prof. Parrot dagegen mit Scharfsinn erinnert.

per, (und bei den elastischen Flüssigkeiten,) in derselben Richtung weiter fortgeht, ist der Strom selbst, der im Augenblicke entsteht, als die Wassertheilchen an den Seiten des Gefäßes bei der Aufnahme der Wärme ausgedehnt und also specifisch leichter werden. Sie steigen in die Höhe, ehe sie Zeit gewinnen, ihr Uebermaafs von Wärme weiter fortzupflanzen.

Dieses die Einwendung de Lüc's. Ich gehe noch weiter, und behaupte, daß das Phänomen der Circulation, welches Graf Rumford so schön und treu beschreibt, unmöglich wäre, wenn nicht die Wärme von einem Theile der Flüssigkeit zum andern überginge. Man denke sich die unendlich kleine erwärmte Schicht an der innern Oberfläche des Gefäßes. Ihre Expansion, so lange sie tropfbares Wasser ist, kann nicht das Verhältniß von 1000:1012 überschreiten. Nun denke man sich, wie klein die Kraft des Uebergewichts der kältern nachbarlichen Wasserfäulen ist, um die Bewegung zu erzeugen; dagegen erwäge man den Widerstand, den die Reibung der gewärmten Schichten am Glase und im Innern an den anliegenden Schichten hat, und man wird bald einsehen, daß die Bewegung unter der Voraussetzung, daß nur eine so dünne Schicht eigentlich auf einmahl erwärmt würde, unmöglich wird. Die Luftblasen, welche bei Erwärmung des Wassers sich am Glase fest setzen, steigen ja nicht, ungeachtet sie 800 bis 1000 Mal leichter sind, als das Wasser. Man wird vielleicht wider

das Beispiel einwenden, daß die Luft eine stärkere Adhäsion am Glase habe, als das Wasser; allein mit Unrecht. Das beweiset die Adhäsion des Wassers an den Rändern der Gefäße über das Niveau der Flüssigkeit. Will man noch ein anderes Beispiel, — wer weiß nicht, daß in engen Barometerröhren die Variationen im Stande der Quecksilbersäule immer um $\frac{1}{2}$, ja bisweilen um ganze Linien kleiner sind, als in weiten? Wie groß würde nicht der Unterschied in Haarröhren seyn, und wie viel größer ist die feinste Haarröhre nicht, als die Dicke der vom Grafen Rumford angenommenen erwärmten Schichten? *)

So viel im Allgemeinen über die Rumfordische Hypothese. Ich glaube aber durch diese Einwürfe

*) Wie treffend diese Einwendung des Herrn Verfassers ist, zeigen Thomson's Versuche über die Strömungen, die vorgeblich in erwärmten Flüssigkeiten statt finden, (*Annalen*, XIV, 146 — 156.) Sie widerlegen die Wirklichkeit solcher Strömungen, deren Möglichkeit jener Grund sehr zweifelhaft macht. Nach Nicholson's Berechnung, (*das.*, 157,) würde, wenn man den erwärmten Wassertheilchen den millionsten Theil eines Zolles zum Durchmesser geben wollte, ihre Geschwindigkeit im Aufsteigen kaum $\frac{7}{1000}$ Zoll in einer Minute betragen, woraus auch er auf die Unwahrscheinlichkeit aufsteigender Strömungen durch die bloße Ausdehnung der Wassertheilchen, welche nur durch die Berührung mit dem Gefäße erwärmt würden, schließt.

noch wenig zu ihrer Entkräftung gethan zu haben. Denn ihr berühmter Urheber gründet sie auf That-
sachen, und zwar auf solche, deren Richtigkeit ich
recht gern anerkenne. Müßte man nun die dar-
aus gezogenen Schlussfolgen eben so anerkennen,
so fielen dann von selbst alle die obigen Betrachtun-
gen, weil die unmittelbaren Schlüsse aus That-
sachen, gegen jene allgemeinen Betrachtungen, über-
wiegend seyn müssen; oder es entstünde wenigstens
ein Conflict von *Raisonnement*, welches geradezu be-
wiese, daß weder Graf Rumford noch ich etwas
erwiesen hätten. Ich muß also Schritt für Schritt
dem Herrn Grafen in seinen Versuchen und in sei-
nen Schlüssen überall folgen, und bestimmt anzei-
gen, wo er geirrt hat.

Ich übergehe den Aepfelbrei und die Reissuppe,
womit die Geschichte der Versuche anhebt, weil
sie nur als Veranlassung zu den eigentlichen Unter-
suchungen da stehen, (*Annalen*, V, 358.) So
auch das merkwürdige Phänomen der Bäder zu
Bajae, wo nämlich das Wasser sich kalt anfühlt,
indess der darunter liegende Sand die Finger ver-
brennt. Im zweiten Abschnitte, wo ich einen
neuen Satz zur Erklärung vieler Phänomene, die
zur Wärmeleitung gehören, aufstelle, werde ich
auf diese schöne Thatfache zurück kommen, und
sie erklären.

Die ersten Versuche sind die mit dem so ge-
nannten cylindrischen Passage - Thermometer auf
Aepfelbrei und Wasser angestellt. Dieses sehr gut

erfundene Instrument zeigte, daß eine Portion Aepfelbrei, dessen fibröser Theil nur $\frac{1}{2}$ des ganzen Gewichts ausmachte, die Wärme viel langsamer durchließ, als eine gleiche und unter gleichen Umständen erwärmte Wassermasse. Ich will nicht hier die Einwendung machen, welche Gren, glaube ich, noch machte, nämlich, daß man anstatt Wasser geschmorten Aepfelbrei ohne fibröse Theile zur Vergleichung hätte nehmen sollen; denn obschon die eigenthümliche Leitungsfähigkeit dieses Breies gewiß von der des Wassers verschieden seyn wird, der dem wässerigen Theile beigemischten schleimigen und Zuckertheile wegen, so glaube ich doch, daß der Versuch, wie mit Wasser angestellt, mit gleichem Erfolge zum Vortheile der Rumfordischen Meinung ausgefallen wäre. Allein, was kann man aus diesem Versuche schließen? was schließt selbst Graf Rumford daraus?

A. „Daß eine geringe Menge gewisser (fremder) Substanzen, wenn man sie mit dem Wasser mischt, sehr mächtig dahin wirkt, die Wärme leitende Kraft dieser Flüssigkeit zu schwächen.“ (Seite 29.) Und diesen Schluß unterschreibe ich sehr gern, wie gesagt, der obigen Einwendung ungeachtet, weil nachher viele Versuche vorkommen, wo diese Einwendung nicht mehr paßt.

B. Eben so gern unterschreibe ich als Folge aus dem Vorhergehenden den Satz, Seite 31: „daß man die Wärmeleitungsfähigkeit einer Flüssigkeit dadurch vermindere, daß man die Bewegung der

„Theilchen der Flüssigkeit bei Fortpflanzung der Wärme bloß hemmt oder stört, indem man die Flüssigkeit mit soliden Substanzen von geringem Volumen, oder solche, die im Verhältnisse zu ihrer Dichtigkeit eine große Oberfläche haben, vermischt;“ voraus gesetzt, daß Graf Rumford hier nicht das absolute Leitungsvermögen der Flüssigkeiten eigentlich meine, sondern nur die Ausübung dieses Vermögens. Denn angenommen, daß die beigemischten Theile nicht chemisch aufs Wasser wirken, welches der Fall in den folgenden Versuchen ist, so sehe ich nicht ein, daß das Vermögen hier geschwächt werde, wohl aber die Ausübung.

Aber den Zusatz: „doch müssen diese beigemischten Substanzen Nichtleiter seyn,“ unterschreibe ich nicht, weil diese Bedingung nicht aus dem Versuche folgt. Sie folgt noch weniger aus der Rumfordischen Hypothese, nach welcher feste Körper die einzigen Wärmeleiter in der Natur sind. Und wenn es auch unter ihnen Nichtleiter geben soll, wie verhält sich denn diese Behauptung mit dem Theile der Hypothese, daß die Nichtleitung der Wärme eine Eigenthümlichkeit der Flüssigkeiten als solche sey, daß sie zum Wesen der Flüssigkeit gehöre? *)

Nun

*) Doch wie soll ich den Satz: daß das Wasser von seiner Leitungsfähigkeit verliere, wenn man seine Flüss-

Nun folgen Versuche, wo gezeigt wird, daß Eiderdunen, dem Wasser im Verhältnisse von $\frac{1}{20}$ beigemischt, das Leitungsvermögen des Wassers beträchtlich schwächen. Sie sind ein vollständiger Beweis für die Sätze A und B, und machen die vorhergehenden Versuche entbehrlich.

Graf Rumford wendet darauf diese Thatfachen und Sätze auf Naturgegenstände, besonders auf die Vegetation, an, indem er der verminderten Flüssigkeit, und der Unterbrechung derselben durch feste nicht-leitende Theile in den Pflanzen es zuschreibt, daß sie nicht völlig ihrer Wärme beraubt werden. — Hier möchte ich gleich fragen, was es heißt, der Wärme völlig beraubt seyn. Graf Rumford meinte gewiß nicht darunter absolut kalt werden. Er ist ein zu guter Physiker, um nur daran zu denken. Er konnte also nur darunter

Flüssigkeit vermindere. verstehen, wenn, wie S. 60 u. 165, gesagt wird, die Nichtleitungsfähigkeit zum Wesen der Flüssigkeit gehöre, und jene die Ursache dieser sey? Es sollte also das Wasser nur deswegen flüßig seyn, weil es Wärme nicht leitet, desto weniger aber leiten, je flüßiger es ist. Wo bleibt der in der Naturforschung so sichere, so unentbehrliche Grundsatz, daß die Wirkungen im Verhältnisse der Ursachen sind? Und finden zuweilen scheinbare Ausnahmen? So ist es heilige Pflicht des Naturforschers, und dieser scheinbaren Ausnahmen bestim- ben, und nicht eine Sch nicht eine Sch er dieser Pflicht. P.

S

verstehen, daß die Textur der Pflanzen und die Zähigkeit der Säfte, (über diese Zähigkeit als Verminderung der Wärmeleitung ist schon das Nöthige gesagt,) es verhindern, daß die Bäume die Temperatur der umgebenden Luft annehmen. Da ich keine thermometrischen Versuche innerhalb der Bäume im Winter angestellt habe, da der Gr. Rumford auch keine anführte, da er vollends vielleicht die Gültigkeit solcher Versuche nicht anerkennen würde, weil er im 3ten Kapitel dieser Abhandlung darauf aufmerksam gemacht hat, daß große Grade intensiver Wärme Statt finden können, die für das Thermometer nicht fühlbar sind; — so will ich mich auf ein gut bewährtes, ziemlich auffallendes Factum berufen. Im harten Januar 1799, da wir in Riga an den Mauern der Häuser eine Kälte von 29° R. hatten, drang der Frost so weit in die Erde, daß das Wasser in den Röhrenleitungen der Städte frohr, sogar an den Stellen, wo die Röhren 7 Fuß tief unter der äußern Oberfläche lagen. Ich bin Zeuge dieses außerordentlichen Factums, und ich kann mich deshalb auf die Aussage der Brunnenarbeiter berufen. Hier drang also der Wärmestoff des Wassers in den hölzernen Röhren durch die Röhren selbst, welche die Baumtextur haben, dann durch eine Schicht von Erde, (das heißt, von gemischten Substanzen aus Luft, Wasser, Sand, vegetabilischer Erde,) dann durch das Pflaster und die Schneedecke hindurch. Daß alle diese Nichtleitungsanstalten den Durchgang des Wärmestoffs allerdings

erschwerten, wer wird daran zweifeln? Aber man vergleiche damit die in der Luft isolirten Bäume, ja die $\frac{1}{2}$ Zoll dünnen Stauden, und frage, ob sie nicht in diesem langen Winter die Temperatur der äußern Luft annahmen. Und wollte man auch zugeben, daß die innern Theile einige Grade mehr Wärme behalten hätten, ja, ich will 10° annehmen, so waren sie doch gewiß damahls bis auf -20° erkaltet, und es zeigt sich daraus, daß die holzartigen Pflanzen, (ja, die saftige Roggenpflanze,) eine Kälte von 20° aushalten können, ohne Gefahr für ihre Organisation; und es folgt unmittelbar daraus, daß die Natur alle die Vorsicht nicht nöthig hat, um die Erkaltung, wenigstens bis auf -20° zu verhindern, da sie diese Erkaltung wirklich zugiebt.

Mit diesen Betrachtungen über den Einfluß der vorgetragenen Sätze schließt sich das erste Kapitel der Abhandlung des Grafen Rumford, und unsere Untersuchung hat gezeigt, daß dieses Kapitel in der That keine andere ausgemachte Wahrheit aufstellt, als den Satz, daß die Flüssigkeiten die Wärme besser leiten, wenn die Bewegung ihrer Theile frei ist, als wenn sie gehemmt wird. Schon lange vorher war es bekannt, daß die Abwechslung der Schichten einer Flüssigkeit, welche eine erwärmte Fläche berühren, ein kräftiges Mittel sey, um dieser Fläche viel Wärme zu entziehen. Auf diesem Satze beruht zum Beispiel die Construction des von mir erfundenen Stubenofens, dessen Beschreibung in Voigt's *Magazin*, B. 10, St. 1,

zu finden ist. Der Graf Rumford hat das Verdienst, diesen Satz in ein deutliches Licht gesetzt zu haben, besonders durch den schönen Versuch mit den Eiderdunen, und die Physiker dadurch auf dieses Naturgesetz aufmerkamer gemacht zu haben, welches gewiss bei dem jetzigen allgemeinen Streben nach Erweiterung unsrer Kenntnisse nicht ohne Nutzen seyn wird.

Das *zweite Kapitel*, [*Annalen*, I, 214,] fängt mit dem Versuche an, der das Daseyn der Ströme in ungleich erwärmten Wasserschichten so deutlich darstellt. Diese äußerst sinnreiche Vorrichtung liefert ein Beispiel mehr, wie man oft mit sehr wenigen Hilfsmitteln, aber mit vielem Scharfsinne, Zwecke erreichen kann, die man fast für unerreichbar halten möchte, und es wäre zu wünschen, daß diese Vorrichtung in den öffentlichen Vorlesungen auf Akademien eingeführt würde, weil sie einen Satz geradezu vom Wasser erweist, den man sonst nur analogisch vortragen kann. *)

Dann geht Graf Rumford zu seinen Versuchen über das Schmelzen des Eises über. Vorher aber beschuldigt er die Physiker des Irrthums, daß das Wasser über Eis nicht erwärmt werden

*) Nochmahls muß ich hierbei an Thomson's belehrende Versuche erinnern, welche es, wie es mir scheint, außer Streit setzen, daß in Flüssigkeiten, beim Erwärmen derselben, Strömungen in der Art nicht entstehen, wie sie der hier erwähnte Rumfordische Versuch darzuthun schien. d. H.

könne. Mir ist diese Behauptung noch nicht vorgekommen. Die Physiker sahen bis jetzt das *schmelzende Eis* als einen der größten Wärmeleiter oder vielmehr Wärmeverfchlucker an, und schlossen daraus, daß das Wasser, welches damit vermischt wird, nur sehr geringe Grade von Wärme annehmen könne. Allein, daß es gar keine annehmen könnte, hat, so viel ich weiß, niemand behauptet; denn man müßte das Leitungsvermögen des Eises zu dem des Wassers als unendlich ansehen; vielmehr weiß jeder, der Thermometer in schmelzendem Schnee oder Eise graduirt hat, daß man, um den wahren Nullpunkt zu erhalten, die Kugel in die schmelzende Masse, nicht aber in das neben befindliche flüssige Wasser, wenn die Lufttemperatur etwas beträchtlich ist, tauchen müsse, welches von dem Gefäße oft $\frac{1}{2}$, 1, auch $1\frac{1}{2}^{\circ}$ Wärme erhält. Ich hoffe, daß der Graf Rumford diese Bemerkung nicht als eine bloße Subtilität ansehen wird; denn wo es auf Leitungs- oder *absolute* Nichtleitungsfähigkeit ankommt, sind alle Größen, wenn sie nur meßbar sind, wichtig.

Im Versuche 15 und 16 läßt Graf Rumford warmes Wasser auf Eis von der Temperatur 32° F. einwirken, ein Mahl, indem das Eis in dem warmen Wasser schwimmend liegt, das andere Mahl, indem es unterhalb fest gehalten wird. Es zeigt sich, daß, wenn das Wasser unter der Eismasse liegt, es das Eis mehr als 8 Mahl geschwinder schmelzt, als in dem entgegen gesetzten Falle. So viel als

ich über diesen Versuch zu sagen hätte, und über den folgenden 17ten und 18ten, so muß ich doch es noch aufsparen, weil diese Versuche gleichsam nur als Vorbereitung zu den wichtigen Resultaten der Versuche 19 bis 44 vorkommen, welche unstreitig die stärksten Data für die Rumfordische Hypothese enthalten. Die besondern Phänomene von 17 und 18 werde ich im 2ten Abschnitte erklären.

Man übersehe alle diese Versuche von 15 bis 44. Ihr Inhalt ist folgender: 15 und 16 zeigen, wie schon gesagt, daß das Eis beträchtlich langsamer schmilzt, wenn es im Grunde des mit heißem Wasser gefüllten Gefäßes liegt, als wenn es darauf schwimmt. Es entsteht also gleich der Einwurf: Wenn die Flüssigkeiten absolute Nichtleiter sind, wie kommt es, daß doch etwas vom Eise im Grunde schmilzt? Wie kommt die Wärme dahin, da die wärmern Theile des Wassers hier die obern Gegenden des Gefäßes schon einnehmen, und also keine Strömung denkbar ist?

Darauf antwortet Gr. Rumford durch die folgenden Beobachtungen in 17 und 18. Hier hat er gleichfalls Eis auf dem Boden des Gefäßes, und heißes Wasser darüber, aber in 18 zwischen beiden eine Wasserschicht von 32° F., welche zwischen 2 dünnen Zinnplatten eingeschlossen ist, deren untere das Eis unmittelbar berührt. Die Zinnplatten haben in ihrer Mitte eine runde Oeffnung von 2" Durchmesser, durch welche das obere heiße Wasser mit der 1" hohen kalten Wasserschicht communicirt. Nach einer geraumen Zeit wurde das Wasser abgegossen,

und in der Mitte des Eiskuchens gerade unter dem Loche der Platten ein scharf abgeschnittnes Loch von $\frac{3}{10}$ Zoll Tiefe gefunden; die übrige Fläche war ungeschmolzen geblieben, ausgenommen eine Art von Rinne von 1" Breite und etwas über $\frac{3}{10}$ Tiefe bis nach dem Rande. Zu dieser letztern Beobachtung liefert Graf Rumford eine sehr scharfsinnige Erklärung; er bemerkt nämlich, daß in allen diesen Versuchen das Wasser, welches das Eis unmittelbar berührte, 40° F. warm war. Nun ist es bekannt, daß unter dieser Temperatur alles Wasser specifisch leichter ist als bei 40° , so daß, da man kein Wasser von 32° fand, man anzunehmen berechtigt ist, daß hier eine Strömung Statt fand. Nämlich, das bis 32° F. erkältete Wasser, das leichter war, mußte über das von 40° steigen; da aber über der kreisrunden Oeffnung warmes Wasser völlig in Ruhe lag, so konnte nicht hier der Wechsel geschehen, sondern es mußte die Communication des Wassers an den andern Stellen, nämlich am Rande, dazu concurriren. Daher floß das Wasser von 40° aus dem Zwischenraume der beiden Platten von der Randseite herunter, und trieb so das Wasser von 32° in der Mitte hinauf. Auf dem Wege nach der Mitte bahnte sich dieses 40° warme Wasser das beobachtete Bett, und so erklärt es sich sogar, daß das Bett etwas tiefer wurde, als das mittlere Loch. *)

*) Dieses muß der Herr Graf zugeben, da er im 57ten Versuche beweiset, daß z dem specifischen

Dafs diese Erklärung hier gegründet sey, gebe ich zu; ob sie aber hinreiche, um das Phänomen ganz zu erklären, das wollen wir noch nicht entscheiden. Graf Rumford glaubt das letztere, und argumentirt auf folgende Art: Ist das Wasser ein Nichtleiter, hat kein Wärmestoff sich von den oben warmen Wasserschichten herab gelenkt, so ist die ganze Schmelzung des Eises dem Wasser zwischen den beiden Zinnplatten vermöge der Strömung zuzuschreiben, welche der Unterschied an specifischer Schwere des Wassers von 32° und des von 40° , und so mufs demnach Wasser von 40° Temperatur eben so viel Eis schmelzen, als Wasser von 212° . Beweiset nun

Gewichte nach von einander unterschiedene Flüssigkeiten, als gemeines und Salzwasser, keine Strömung verursachen, wenn sie ganz ruhig über einander liegen. Es wäre mir leicht gewesen, diesen Umstand zu einer Einwendung zu benutzen gegen die ganze Erklärung des Herrn Grafen, welche den Wechsel unter der kreisförmigen Oeffnung geschehen, und dann die warme Flüssigkeit nach der Seite abfließen läßt; und dann noch obendrein zu fragen, warum das Bett dieser Strömung tiefer ist, als das mittlere Loch, das zuerst die Einwirkung des heißen Wassers nach der Rumfordischen Erklärung erhält. Anstatt dieser Einwendung gebe ich die wahre Erklärungsart nach dem Rumfordischen Satze der Strömung. Ich hoffe also, dafs man dieses Betragen nicht mißdeuten wird, besonders weil ich keinen Gebrauch von der ganzen Erklärung machen werde, wider den Satz des Herrn Grafen Rumford.

P.

Graf Rumford das letztere durch Versuche, so müssen wir rückwärts auf die Nichtleitung des Wassers schliessen. — Man sieht aus diesem Beispiele, mit welchem scharfsinnigen Antagonisten ich es aufgenommen habe. Die folgenden Versuche werden es noch mehr zeigen, und ich gestehe, daß es mir nicht geringe Mühe kostete, um mich durch diese vielfältigen Versuche und die äußerst feinen Anwendungen derselben durchzuarbeiten und Licht in diese Materie zu bringen, die der würdige Naturforscher, dessen Meinung ich bestreite, mit so großem Aufwande, jedoch gewiss nicht absichtlich in ein Labyrinth umwandelte. Möge ich nur in meinen Vortrag die Deutlichkeit hinein bringen, die in meinen Ideen darüber ist!

Ich übergehe den 19ten, 20ten, 21sten und 22sten Versuch, die Graf Rumford für unmöglich erklärt. Der 23ste und 24ste waren auf folgende Art veranstaltet. Auf dem Grunde eines cylindrischen Glasgefäßes war eine Portion Wasser zu einem Eiskuchen von 4,7'' Durchmesser und 3'' Höhe gefroren. Auf denselben sollte eine Portion heißes Wasser, 8'' hoch, aufgegossen werden, um zu sehen, wie viel von diesem Eiskuchen schmelzen würde, indess das Gefäß in schmelzendes Eis so tief getaucht war, als der Eiskuchen reichte. Damit aber das Wasser so regelmässig aufgegossen würde als möglich, wurde es durch eine hölzerne Röhre hinein gegossen, deren untere Mündung verschlossen war, seitwärts aber viele kleine Seitenlö-

cher hatte. Doch auch damit war die Vorsicht noch nicht weit genug getrieben. Das so seitwärts strahlende Wasser fiel auf eine bis 32° F. erkältete Holzplatte, welche eine Menge Löcher hatte, die das Wasser durchliessen. Dieses Brett stieg immer mit dem Wasser, und empfing immer den Stoss des fallenden Wassers. Das aufgegoßene Wasser hatte im 23sten Versuche 196° , im 24sten 190° . Im 23sten schmolzen in 1 Minute 423, in dem 24sten aber in 5 Minuten 703 Gran Eis. Da nun die beiden Zahlen 423 und 703 nicht im Verhältnisse der Zeiten 1 und 5 sind, so schließt Graf Rumford, daß, aller seiner angewandten Vorsicht ungeachtet, *Unregelmäßigkeiten beim Schmelzen vorgegangen sind*, daß das Aufgießen dennoch eine Strömung in dem heißen Wasser, und dadurch die größere Schmelzung in der 1ten Minute erzeugt habe.

Um diese Unregelmäßigkeiten zu vermindern, stellte Graf Rumford noch den 25sten, 26sten und 27sten Versuch an, ganz auf die vorige Art, nur mit dem Unterschiede, daß er, ehe das heiße Wasser aufgegoßen wurde, eiskaltes Wasser auf den Eiskuchen 0,478 Zoll hoch goß, dann die kalten hölzernen Scheiben auflegte, und das heiße Wasser wie vorher darüber goß. — Ich gestehe es, daß ich nicht begreife, warum die Vorsichten im 23sten und 24sten Versuche nicht hinreichend waren, besonders nach dem schon angeführten Versuche mit dem Salzwasser, wo nicht einmahl so viel Vorsicht angewandt wurde. Noch weniger aber begreife

ich, wie die Dazwischenkunft von 0,478 Zoll hoch eiskalten Wassers die Unregelmäßigkeiten vermeiden soll. Nach der Meinung des Hrn. Grafen kommen die Unregelmäßigkeiten daher, daß das eiskalte Wasser des geschmolzenen Eises, während des Eingießens des heißen, mit dem heißen Wasser Strömungen erregte, welche den eigentlich schmelzenden Strömungen, die der Unterschied der Temperatur von 32° und 40° erzeugte, störten. Werden denn nun, da man sogleich eiskaltes Wasser auflegt, die störenden Strömungen nicht Statt finden? Wie gesagt, ich kann es nicht begreifen, wohl aber begreife ich, daß diese eiskalte Wasserschicht zwischen dem heißen Wasser und dem Eise die Wirkung des erstern oder die Schmelzung sehr schwächen muß. Dennoch legt Graf Rumford diesen Versuch zum Grunde seiner Berechnungen, und vergleicht die erhaltenen Resultate mit andern Versuchen mit kaltem Wasser, wo der Umstand der eiskalten Wasserschicht nicht Statt fand. Indess drückt ihn das Bewußtseyn dieses Fehlers, und er macht ihn hernach gut, doch nur halb, wovon nachher gesprochen werden soll. Es schmolzen in

Versuch 25	in 10 Minuten	580 Gran,
in Versuch 26	in 30 —	914 Gran,
in Versuch 27	in 180 —	3200 Gran Eis.

Man vergleiche die 580 Gran in 10 Minuten mit den 423 Gran, die im 23sten Versuche in 1 Minute schmolzen, und lege sich aufrichtig die Frage vor, ob die kleinen Unregelmäßigkeiten, angenommen,

dafs hier mehrere verhütet worden wären, als dort, einen solchen Unterschied erzeugen können, oder ob dieser ungeheure Unterschied nicht der dazwischen befindlichen eiskalten Wasserschicht zuzuschreiben ist. Indefs berechnet Graf Rumford Seite 87 und 88, und zwar mit Grund, dafs, nachdem die so genannten Unregelmäßigkeiten aufgehört hatten, *eine regelmässige Schmelzung eintrat*, die hier durch heifses Wasser von etwa 190° von 10 Minuten zu 10 Minuten 152 Gran beträgt.

Nun kommt eine Reihe von ähnlichen Versuchen, 28 bis 33, mit Wasser von 41° F., *doch ohne Zwischenschichten von eiskaltem Wasser*, weil der Graf glaubte, dafs hier keine Unregelmäßigkeiten Statt finden konnten. — Und die Resultate sind allerdings auffallend. Denn es zeigt sich *gleichfalls, nach Elimination einiger dennoch eingetretenen Unregelmäßigkeiten*, dafs die mittlere Schmelzung in 10 Minuten $189\frac{1}{2}$ Gran ausmache. Folglich, schliesst Graf Rumford, beweisen diese Versuche, *dafs Wasser von 41° Temperatur nicht nur so viel, sondern sogar mehr Eis schmelzt, als eine gleiche Quantität beinahe siedenden Wassers.*

Da nun aber der Beweis von der nicht-leitenden Kraft des Wassers darauf beruht, dafs kaltes Wasser eben so viel Eis schmelze als warmes, so soll jener Satz durch das Resultat mehr als bewiesen seyn, und der gefundene Ueberschufs der Schmelzung zum Vorthelle des kalten Wassers soll

auch sogar aus dem Satze der Nichtleitung erklärbar seyn.

Ich für meinen Theil gestehe, daß, so sehr ich mich in diese Materie eingearbeitet habe, ich bei allem möglichen Kehren und Wenden des Satzes der Nichtleitung, schlechterdings nichts finde, was diese Erklärung zuwege brächte. Diese Erklärung wäre uns der Herr Graf zu geben schuldig gewesen; denn es wird ihm wohl bekannt seyn, daß, wer mehr beweiset, als er beweisen will, wider sich beweise. Dieser Umstand war nicht zu übersehen. — Ich will diese Mühe übernehmen, und zwar die Versuche des Herrn Grafen als einzige Quelle benutzen.

Der Herr Graf hatte, wie gesagt, den Vorwurf voraus gefühlt, daß die Versuche, die er zur Fundamentalvergleichung gewählt hatte, durch den wesentlichen Umstand der eiskalten Wasserschicht sich unterscheiden. Er stellt also noch 2 Versuche an, 37 und 38, mit Wasser von 41° , übrigens ganz unter den Bedingungen der Versuche mit heißem Wasser. Und er bekommt neue Resultate: die Schmelzung im 37ten Versuche betrug in 30' 592 Gran, im 38ten in 30' 676 Gran. Davon ist das Mittel 634 Gran in 30 Minuten. Das Mittel der vorher gehenden Versuche war 601 Gran in 30 Minuten, nämlich vor der Correction für die so genannten Unregelmäßigkeiten. Mithin finden wir hier einen Unterschied von 33 Gran, welches die eiskalte Wasserschicht bei dem geringen Unterschiede

von 32° zu 41° bewirkt hatte. Wie viel grösser muß er nicht bei dem Unterschiede von 32° zu 190° gewesen seyn! Noch mehr: Addirt man diesen Unterschied von 33 Gran zu den gefundenen 152 Gran als mittlerer Schmelzung mit heißem Wasser, so kommen 185 Gran heraus, also nur um $4\frac{1}{2}$ Gran weniger, als die gefundene Schmelzung durch kaltes Wasser. Da nun aber im Verlaufe dieser Versuche noch viel größere Fehler vorkommen, so müssen wir diesen Unterschied von $4\frac{1}{2}$ Gran durchaus der unvermeidlichen Unvollkommenheit solcher Versuche zuschreiben, so daß man demnach den Satz aufstellen kann, daß die von Graf Rumford gefundenen *regelmäßigen Schmelzungen durch kaltes und warmes Wasser einander gleich sind*. Und so hätte ich die Hypothese des Grafen Rumford von dem obigen Vorwurfe, daß seine Versuche mehr beweisen, als sie beweisen sollen, gerettet.

Aber habe ich auch diese Hypothese dadurch erwiesen? Weit davon! Gerade dieser so mühsam errungene Satz, von der Gleichheit der Schmelzung, der alles für die Hypothese zu seyn scheint, wird eher ihren Sturz als ihre Unterstützung bewirken.

Zuerst müssen wir bestimmt ausmachen, was die so genannten Unregelmäßigkeiten eigentlich sind, welche Graf Rumford glaubt in den Berechnungen seiner Versuche so sorgfältig eliminiren zu müssen. Wenn man alle seine Versuche mit der

größten Wahrheitsliebe in dieser Hinsicht überschauet, so sagen sie am Ende nichts anderes, als daß die Schmelzung anfangs viel schneller gehe, als später; daß der Unterschied in der Geschwindigkeit der Schmelzung geringer ist, wenn man eine eiskalte Wasserschicht zwischen das Eis und das warme Wasser legt; und daß nach einer gewissen Zeit eine völlige Gleichförmigkeit in der Schmelzung Statt findet. Angenommen nun, wir wüßten nichts von den Ideen des Grafen Rumford, so würde niemand etwas besonderes darin finden, daß siedendes Wasser in Berührung mit Eis anfangs mehr schmelze, als später. Anfangs wirkte das Wasser mit seinen 212° Wärme; es schmelzt Eis; dieses Schmelzen bewirkt, wie man weiß, eine beträchtliche Verschluckung des Wärmestoffs; das Wasser fließt unter 32° ; mithin bildet sich unterhalb, unmittelbar auf dem Eise, eine Schicht eiskalten Wassers. Ueber diese nimmt die Temperatur allmählig zu, nach irgend einem Gesetze, welches noch durch die von der äußern Luft bewirkte Erkältung und vorzüglich durch die Ausdunstung modificirt wird. Die Beobachtung, welche er, (16ter Versuch,) in den verschiedenen Höhen seines Wassergefäßes angestellt hat, bestätigen diesen Satz. Mithin kommen die Leitung und Nichtleitungsfähigkeit des Wassers hier in gar keine Betrachtung. Nun aber sagt uns Graf Rumford, daß diese Progression der Temperaturen der Wasserschichten vom Eise an nicht stets steigend ist; daß alle Schichten

unter 40° specifisch leicht
 müssen, und daß de
 der Anfang zweier
 bis zum Eise, d
 würde, wenn i
 nicht die bef
 che eigentl
 für diese
 17ten
 oder
 dor
 fr

*and, als durch
 Man stelle sich das
 eines Versuches vor,
 das heiße Wasser dar-
 die ganze Wasserportion in
 horizontale Schichten getheilt,
 oder noch kleiner. Bei
 die unterste von ihrer Wärme
 and es entsteht eine Schicht von
 Temperatur 32° F. oder 0° R. Die
 Wasserschicht hat einen Theil ihrer
 Temperatur dazu abgegeben. Da sie die nächste
 schen ihr berührt, so enthält sie wieder von ihr
 nach dem Richmannischen Gesetze einen Theil ih-
 rer Wärme, wodurch diese also kälter wird. Die
 nächste höher liegende giebt ihr wieder von ihrer
 Temperatur, und so geht es fort, bis zur höchsten
 Schicht. Würde nun unten kein neuer Wech-
 sel von Temperatur entstehen, so wäre die Reihe
 der Temperaturen von unten herauf eine steigende
 geometrische Progression, zu deren jedem Gliede
 man eine constante Zahl addirt. Allein es dauert
 der Wechsel der Temperaturen unterhalb immer
 fort. Betrachten wir nun die Zeitmomente ein-
 zeln, so ist's gewiß, daß, indess in der ersten Reihe
 die zweite Schicht ihre Wärme abgiebt, die unter-
 ste warme Schicht wieder einigen Verlust leidet;
 diese hat also zwei Mal verloren, indess die zwei-
 te Schicht nur Ein Mal verloren hat. Im 3ten Au-
 genblicke verliert die unterste Schicht zum dritten*

Statt gefunden hätte, er, der uns so manche ähnliche Bemerkungen mitgetheilt hat.

Der Umstand, daß das Thermometer ganz nahe am Eise in Wasser gelenkt, beständig auf 40° wies, ist ein neuer Beweis für die ununterbrochene Progression der Temperaturgrade von unten herauf. Denn die Thermometerkugel hat ja eine angebliche Dicke. Diejenigen, die Graf Rumford weiterhin braucht, hatten $\frac{1}{2}$ " Durchmesser. Waren diese gleich groß, so erhielten sie die Temperatur von verschiedenen Schichten, welche zusammen $\frac{1}{2}$ Zoll hoch waren. Da nun gleich $\frac{1}{2}$ Zoll höher, die Schichten schon 76° anzeigen, (Seite 64,) wird man sich wundern, daß die Kugel in Berührung mit dem Eise nicht 32° , sondern 40° angab? Vielmehr, wenn man z. B. die untersten Schichten, $\frac{1}{2}$ Zoll hoch vom Eise ab gerechnet, zwischen 32 und 40 Temperatur, unter einander strömen läßt, ohne Mittheilung der Wärme von oben her, so kann das Thermometer ja nicht 40° und nicht 32° , sondern *muß* 36° angeben. Da es aber nicht so ist, so beweiset das offenbar, daß diese Strömung *in diesen Versuchen* nicht Statt findet. Da überdies diese Behauptung mit dem Versuche des Wassers und Salzwassers vollkommen überein stimmt, so ist kein Grund da, sie nicht anzunehmen.

Aber es steht uns noch der scheinbar riesenmäßige Grund, nämlich der Erfahrungssatz, daß nach einiger Zeit die Schmelzungen durch sie-

dendes Wasser nicht beträchtlicher sind, als durch
 Wasser von 40° F., entgegen. Man stelle sich das
 Rumfordische Gefäß zu Anfang eines Versuches vor,
 nämlich den Eiskuchen unten, das heiße Wasser dar-
 nber. Man denke sich die ganze Wasserportion in
 sehr kleine gleiche horizontale Schichten getheilt,
 etwa von der Dicke von $\frac{1}{1000}$ '' oder noch kleiner. Bei
 der Berührung theilt die unterste von ihrer Wärme
 dem Eise mit, und es entsteht eine Schicht von
 Wasser von der Temperatur 32° F. oder 0° R. Die
 unterste warme Wasserschicht hat einen Theil ihrer
 Temperatur dazu abgegeben. Da sie die nächste
 über ihr berührt, so enthält sie wieder von ihr
 nach dem Richmannischen Gesetze einen Theil ih-
 rer Wärme, wodurch diese also kälter wird. Die
 nächste höher liegende giebt ihr wieder von ihrer
 Temperatur, und so geht es fort, bis zur höchsten
 Schicht. Würde nun unten kein neuer Wech-
 sel von Temperatur entstehen, so wäre die Reihe
 der Temperaturen von unten herauf eine steigende
 geometrische Progression, zu deren jedem Gliede
 man eine constante Zahl addirt. Allein es dauert
 der Wechsel der Temperaturen unterhalb immer
 fort. Betrachten wir nun die Zeitmomente ein-
 zeln, so ist's gewiß, daß, indess in der ersten Reihe
 die zweite Schicht ihre Wärme abgiebt, die unter-
 ste warme Schicht wieder einigen Verlust leidet;
 diese hat also zwei Mal verloren, indess die zwei-
 te Schicht nur Ein Mal verloren hat. Im 3ten Au-
 genblicke verliert die unterste Schicht zum dritten

Mahle, die zweite zum zweiten, Mahle, die dritte zum ersten Mahle. Im vierten Augenblicke verliert die unterste Schicht zum vierten Mahle, die zweite zum dritten Mahle, die dritte zum zweiten Mahle, die vierte zum ersten Mahle. Wären nun die einzelnen Verluste gleich, oder auch nur in arithmetischer Progression, so würden die Temperaturen eine arithmetische Progression bilden. Statt dessen aber bilden sie eine andere Reihe, die für jeden Augenblick zwar ihre Glieder ändert, aber immer nach demselben Gesetze.

Aus dieser Betrachtung folgt, daß das untere Wasser viel schneller seine Temperatur verlieren müsse, als das obere; daß die Menge des geschmolzenen Eises anfangs sehr stark, später aber viel geringer seyn, und daß nach einiger Zeit die Temperatur der untern Schichten, das geschmolzene Wasser abgerechnet, sehr nahe am Frierpunkte kommen müsse.

Wir sind also in der Hypothese der Leitungsfähigkeit des Wassers berechtigt, anzunehmen, daß in solchen Gefäßen die Temperaturen von unten nach oben *nach einem gewissen Gesetze* zunehmen.*) Es sey nun *A*, (Fig. 1, Taf. III,) der Eiskuchen mit den Wasserschichten über ihm; *ac* stelle die

*) Daß man dieses Gesetz nicht durch Beobachtung völlig bestätigt findet, daran hat die anderweitige Erkältung durch die Wände des Gefäßes und durch die Ausdunstung die Schuld.

gleichförmige Temperatur vor, welche das Wasser im ersten Augenblicke des Eingießens hatte, so giebt es gewiß eine Zeit, wo die eigenthümlichen Temperaturen der Schichten als Semiordinaten aufgetragen, eine krumme Linie, wie etwa cb , bilden werden, wo nur die höchste Schicht die ursprüngliche Temperatur hat.

Nun denke man sich einen andern ähnlichen Apparat, wo aber die höchste Temperatur des Wassers durch ac' ausgedrückt werde; die Curve der Temperatur wird $c'b$ seyn. Hier theilt sich die Wärme nach den nämlichen Gesetzen als im andern Gefäße, obgleich die Temperaturen kleiner sind. Denn die Mittheilung der Wärme hängt nicht von der absoluten Temperatur, sondern von dem *Unterschiede der Temperatur von einer Schicht zur andern* ab; ein Unterschied, der die Hauptfunction des Ausdrucks für die Curven cb , $c'b$ liefert. Es muß also in dem Gefäße mit der kleinen Temperatur die Wärme von der obern Schicht eben so schnell herunter steigen, als im Gefäße der größern Temperatur, wenn die Curve die oberste Schicht erreicht haben wird. Noch mehr, wenn das geschehen seyn wird, müssen immer gleiche Antheile Wärme in verschiedenen Zeiten abgesetzt werden, weil nun alle Schichten wirken; welches die Erfahrungen des Grafen Rumford bestätigen, vermöge deren er diese Gleichförmigkeit statuert. Oder gehen wir den umgekehrten Weg, aus diesem Erfahrungssatze aus, so können wir sagen, daß nach einiger

Zeit die Curve bc des großen Gefäßes sich in die Curve bc' endlich verwandeln muß. Da aber, der Beobachtung zu Folge, die Produkte an Schmelzung, das heißt die Menge der abgesetzten Wärme, gleich sind; so ist es gleich viel, ob man anfänglich nur eine kleine oder eine große Temperatur hatte.

Der Satz also des Grafen Rumford, daß heißes Wasser *nach einiger Zeit*, (das heißt, bis unsere Curve gebildet ist, oder bis alle Wasserschichten in die Mittheilungssphäre kommen,) nicht mehr Eis schmelze, als kaltes, folgt sehr natürlich aus dem Satze der Leitungsfähigkeit des Wassers, und ist also, da diese Erklärung das beobachtete Gesetz der Gleichheit der Schmelzung in verschiedenen Zeiten involvirt, ein Beweis für die Lehre der Leitungsfähigkeit.

Nun wollen wir das ganze Phänomen in der Rumfordischen Hypothese betrachten, und zwar zu Anfang über alle Schwierigkeiten weghüpfen, so sehr ich gezeigt habe, daß es ein gewaltiger Sprung ist. Wir wollen annehmen, die Zeit sey da, daß die Schmelzungen regulär sind. Nach der Vorstellungsart des Grafen Rumford findet im untersten Theile des Wassers zwischen 32° F. und 40° F. eine beständige Strömung der Wasserschichten Statt. Aber wie soll sie Statt finden? Das eiskalte Wasser wollen wir allenfalls bis zur Schicht, die etwa 41° hat, herauf kommen lassen. Ist sie da, so muß sie vermöge ihres Gewichts da bleiben. Wie geht denn der Durchgang der Wär-

dafs hier mehrere verhütet worden wären, als dort, einen solchen Unterschied erzeugen können, oder ob dieser ungeheure Unterschied nicht der dazwischen befindlichen eiskalten Wasserschicht zuzuschreiben ist. Indefs berechnet Graf Rumford Seite 87 und 88, und zwar mit Grund, dafs, nachdem die so genannten Unregelmässigkeiten aufgehört hatten, *eine regelmässige Schmelzung eintrat*, die hier durch heifses Wasser von etwa 190° von 10 Minuten zu 10 Minuten 152 Gran beträgt.

Nun kommt eine Reihe von ähnlichen Versuchen, 28 bis 33, mit Wasser von 41° F., *doch ohne Zwischenschichten von eiskaltem Wasser*, weil der Graf glaubte, dafs hier keine Unregelmässigkeiten Statt finden konnten. — Und die Resultate sind allerdings auffallend. Denn es zeigt sich *gleichfalls, nach Elimination einiger dennoch eingetretenen Unregelmässigkeiten*, dafs die mittlere Schmelzung in 10 Minuten $189\frac{1}{2}$ Gran ausmache. Folglich, schliesst Graf Rumford, beweisen diese Versuche, *dafs Wasser von 41° Temperatur nicht nur so viel, sondern sogar mehr Eis schmelzt, als eine gleiche Quantität beinahe siedenden Wassers.*

Da nun aber der Beweis von der nicht-leitenden Kraft des Wassers darauf beruht, dafs kaltes Wasser eben so viel Eis schmelze als warmes, so soll jener Satz durch das Resultat mehr als bewiesen seyn, und der gefundene Ueberschufs der Schmelzung zum Vortheile des kalten Wassers soll

habe jede merkliche Erkältung verhütet.) In allen andern entstanden durch die äußere kalte Temperatur Strömungen durch die erkalteten Theile, welche sich senkten. Dadurch wurde die Ordnung der Schichten gestört, und es bildeten sich jeden Augenblick unterhalb neue kalte Schichten, welche im kleinen die nämliche Wirkung thun mußten, als die Schicht von 0,478 der Versuche 25, 26, 27, nämlich Verzögerung des Schmelzungsprozesses. Allein so gern ich mich hier der Strömungen als eines Erfahrungssatzes zur Erklärung bediene, so wenig steht dieses Phänomen mit der Nichtleitung der Flüssigkeiten in Verbindung. Ich möchte nicht, daß man auf den Gedanken komme, daß ich das Phänomen der Strömungen verwerfe, weil ich es in der zweideutigen Gesellschaft einer ungegründeten Hypothese fand. Ich wiederhole es sehr gern, daß sich Graf Rumford um die Physik verdient gemacht hat, als er uns auf dieses Phänomen im Wasser so sehr aufmerksam machte. *)

Noch kommen Seite 105 4 Versuche vor, welche erweisen sollen, daß bei mittlern Temperaturen zwischen heißem und kaltem Wasser die Schmelzung größer ist, wenn die äußere Lufttemperatur geringer ist. Allein abgerechnet, daß dieser Widerspruch mit frühern Zahlreihen nicht das mindeste für die Rumfordische Hypothese beweist, so sieht man es gleich den Resultaten an,

*) Man vergl. oben S. 269, Anm.

d. H.

dafs diese Versuche mit weniger Sorgfalt angestellt sind, als ihre Vorgänger.

Das zweite Kapitel schliesst sich mit einer sehr summarischen Uebersicht des Ganzen; da sie aber nichts neues enthält, so glaube ich auch hier schliessen zu dürfen.

Hiermit habe ich bei weitem den schwersten Theil meiner Arbeit vollendet. Die folgenden Kapitel werden leichtere Untersuchungen veranlassen.

Das dritte Kapitel, [*Annalen*, I, 436,] enthält lauter Anwendungen der Rumfordischen Hypothese auf Naturgegenstände, besonders in Hinsicht auf Endursachen betrachtet. Da der Zweck meiner Abhandlung blofs die Prüfung der Hypothese ist, so glaube ich dieses ganze Kapitel förglich übergehen zu können, um so mehr, da der Herr Verfasser hier den strengen physikalischen Gang nicht wandelt, den er in den vorher gehenden Kapiteln ging. Habe ich bewiesen, dafs die Hypothese der Nichtleitung der Flüssigkeit nicht haltbar ist, dafs vielmehr die Lehre der Leitungsfähigkeit in einem genauen und leicht falslichen Zusammenhange mit den Versuchen steht, so könnte es für die Lehre der Nichtleitungs- und wider die Lehre der Leitungsfähigkeit nichts beweisen, wenn man auch nach der letztern die grossen Naturphänomene nicht ganz befriedigend erklären könnte. So hatte z. B. de Lüc sehr Unrecht, die Unmöglichkeit der Erklärung der meteorologischen Phänomene aus den bisherigen Lehren der neuern Che-

nie als eine Einwendung gegen diese Lehre zu brauchen. Denn als meine Entdeckung von der luftförmigen Auflösung des Wassers in Sauerstoffgas den Schleier wegzog, welcher noch damahls über der Meteorologie lag, so zeigte es sich, daß die neuere Chemie, anstatt dadurch erschüttert zu werden, vielmehr neue Bestätigungen erhielt. Ich gestehe, daß ich die vielen Phänomene, welche Graf Rumford zum Gegenstande dieses dritten Kapitels nimmt, noch nicht in Beziehung auf das Leitungsvermögen und die Gesetze der Leitung betrachtet habe; eine Arbeit, die wahrscheinlich nicht in einem so kurzen Kapitel sich wird abmachen lassen. Aber das Beispiel der Erkaltung der Pflanzen, welches ich zufällig in dieser Abhandlung vornahm, giebt wenigstens die Hoffnung, daß die Rumfordische Hypothese nicht brauchbarer als die alte Lehre seyn wird.

Nun komme ich zum *zweiten Theile des Essay* VII des Grafen Rumford, [*Annalen*, II, 249.] Im *ersten Kapitel* kommt gleich ein Hauptversuch, der 55ste, vor, von welchem der Verfasser zum Beweise seiner Hypothese sehr vieles hofft. Ich will seine eignen Worte wiederholen, um den Leser zu überzeugen, daß ich so treu als möglich referire.

„Auf dem Boden eines langen cylindrischen, 4 $\frac{1}{2}$ Zoll weiten Glases war eine Eisccheibe von 3 Zoll Dike angefroren, in deren Mitte eine, einen halben Zoll hohe Spitze oder Warze hervor ragte. Das Glas, das in einer irdenen Schüssel stand und von aussen bis 1 Zoll

über der Höhe der Eisscheibe mit einer Mischung aus zerstoßenem Eise und Wasser umgeben war, wurde nahe am Fenster auf einen Tisch gestellt; in einer Stube, deren Luft die Temperatur von 31° F. besaß, und nun wurde von feinem Olivenöhl, das man vorher bis zu 32° F. abgekühlt hatte, so viel in das Glas gegossen, bis es 3 Zoll hoch über der Oberfläche des Eises stand.

Darauf wurde ein in kochendem Wasser bis zur Temperatur von 210° erwärmter massiver Cylinder aus Schmiedeeisen, der 12 Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll dick war, und sich vermittelst eines Hakens senkrecht aufhängen ließ, schnell in eine an ihn anpassende Scheide von Papier geschoben; diese war nach oben und unten zu offen und ungefähr $\frac{1}{10}$ Zoll länger als der Cylinder, dem sie zur Erhaltung der Wärme als eine Bekleidung diente. Der Cylinder wurde darauf an einem Drahte, der von der Decke der Stube herab hing, gerade über der Mitte des Glases aufgehängt und nach und nach sehr langsam in das Oehl so weit herab gelassen, bis daß der Mittelpunkt seiner glatten Grundfläche nur in einer Entfernung von $\frac{1}{4}$ Zoll, senkrecht über der conischen Eisspitze schwebte; die papierne Scheide reichte noch um $\frac{1}{10}$ Zoll tiefer hinab. Da das Oehl sehr durchsichtig war und das Glas in einem günstigen Lichte stand, so konnte die conische Eisspitze sehr deutlich gesehen werden, selbst da noch, als der heiße Cylinder in das Glas herab gelassen war. Hätte sich irgend ein Theil der Wärme herabwärts durch die dünne Lage des flüssigen Oehls verbreitet, die sich zwischen der heißen Grundfläche des Eisens und der Eisspitze befand, so mußte ohne allen Zweifel diese Wärme durch die Schmelzung des Eises sichtbar werden, die sich sicher durch die Verminderung der Höhe, oder durch eine Veränderung der Gestalt der Eisspitze offenbart hätte. Dies war aber nicht der Fall; die Eisspitze wurde durch

das heisse benachbarte Eisen nicht im geringsten vermindert, noch ihre Gestalt verändert. Uebrigens war, was sich meine Leser ohnehin denken werden, bei dem sachten Herablassen des Cylinders in das Glas die grösste Sorgfalt angewendet worden, das Oehl nicht in schwankende Bewegung zu bringen; eben so waren auch Vorkehrungen getroffen, wodurch der Cylinder in seiner gehörigen Stellung fest und bewegungslos gehalten wurde. — Da, nach meiner Meinung, gegen diesen Versuch sich nichts einwenden läßt, und das Resultat ganz unzweideutig und entscheidend ist, so —“

Diese letzte Behauptung macht es mir zur Pflicht, diesen Versuch sehr nahe zu beleuchten, noch mehr aber der wirkliche Anschein einer Evidenz, den er giebt. Aber, um allem Streite vorzubeugen, werde ich anfangs bloß im Sinne und mit den von dem Herrn Verfasser anerkannten Sätzen rāsonniren.

Ich bemerke vorerst, daß die Zeit, während welcher der eiserne Cylinder in Oehl gesehkt war, nicht angegeben ist. Dieser Umstand ist nicht gleichgültig, weil, wie man es aus einigen Versuchen sehen wird, die Zeit große Unterschiede in dergleichen Phänomenen erzeugt. Ferner, der Ueberzug von Papier über dem Cylinder konnte die Strömung im Oehle um die Eispitze herum nicht ganz verhindern, wenn Veranlassung dazu da war, theils weil er nicht vollkommen an den Cylinder anschliessen konnte, theils weil er nicht so tief reichte, als die Eispitze. Um diese Bedingung zu erfüllen, hätte er bis fast auf den obern Theil der Eisfläche reichen müssen, ohne sie zu berühren,

und billig hätte Graf Rumförd dieser Forderung Genüge leisten, und sich lieber weniger um die Durchsichtigkeit bekümmern sollen, indem man auf jeden Fall die Schmelzung nachher hätte beobachten können, wie es beim Quecksilber der Fall war. Dann konnte eine Glasröhre an die Stelle der papiernen Hülle genommen werden. Die Gröfse des eisernen Cylinders ist in diesem Versuche gleichgültig; folglich konnte sie dem Caliber einer Glasröhre angepaßt werden. Ist aber zu befürchten, dafs diese Röhre, indem sie durch die Stangen erwärmt wurde, innere Strömungen erzeugte, welches ich übrigens der bekannten schwachen Leitungsfähigkeit des Glases wegen nicht glauben kann, so mußte jede Hülle wegbleiben. Denn ist die papierne tief genug gefenkt, um die Strömungen, welche der ganze Cylinder erzeugt, zu verhindern, so reicht sie auch tief genug, um selbst welche zu erzeugen.

Wir wollen nun sehen, welche Wirkungen in Hinsicht der Strömung das Einsenken des Cylinders überhaupt in der Oehlmasse erzeugen müsse. Zuerst wollen wir bestimmen, wie tief der Cylinder darin steckt. Das Olivenöhl ist 3'' hoch über die Eisfläche aufgegossen. Die Eispitze ist $\frac{1}{2}$ '' hoch, und der Cylinder reicht bis $\frac{2}{5}$ '' von der Spitze; folglich beträgt die Höhe der Oehlschicht, ehe der Cylinder eingetaucht wird, von einem Punkte $\frac{2}{5}$ '' über der Eispitze an gerechnet, 2,3 Zoll. Setzen wir diese Höhe a , ferner die Tiefe, am wel-

ob der Cylinder in das Olivenöhl eingetaucht ist, x , den Halbmesser des Gefasses R , und den des Cylinders r ; so muß $\pi R^2 x - \pi r^2 x = \pi R^2 a$ seyn.

Daraus ergiebt sich $x = \frac{R^2 a}{R^2 - r^2}$, und da $R = 2\frac{7}{8}$, $r = \frac{1}{8}$, $a = 2,3$ Zoll ist, $x = 2,474$ Zoll. Sollte nun diese namhafte Tiefe, um welche der vielleicht 200° F. warme Cylinder in Oehl getaucht wird, keine Strömungen erzeugen? — Allerdings, und wenn man ihren Gang verfolgt, so findet man, daß die unter dem Cylinder und um denselben erwärmten Oehlschichten nothwendig in die Höhe steigen und durch kältere ersetzt werden müssen, auch angenommen, daß die nächste $\frac{1}{4}$ hohe Schicht unter dem Cylinder durch die Papierhülle von dieser Bewegung ausgeschlossen sey. Die nächsten darunter, welche die Eis Spitze berühren, sind es gewiß nicht; ja, ich möchte sogar behaupten, daß die conische Form der Eis Spitze dazu beiträgt, auch noch die innerhalb der Papierhülle liegende horizontale Schicht mit in diese Bewegung zu ziehen. Es findet sich also durch diese Strömung gerade die Eis Spitze beständig von eiskalten Oehlschichten umgeben.

Ferner bedenke man, in welchem Verhältnisse die in Oehl tauchende Eisenmasse gegen die Oehlmasse stehe. Dieses Verhältniß ist $0,936 : 15,87$, also beinahe wie $1 : 17$. Nun erwäge man ferner, daß, wenn eine merkliche Schmelzung Statt finden soll, mehrere Grade Wärme in der schmelzenden Flüssigkeit

igkeit erforderlich sind; welches daraus besonders erhellt, daß Graf Rumford im folgenden Versuche mit Quecksilber durch Auflegung seines gewiß 80° F. warmen Fingers nach Abzug der Erkältung im Quecksilber, doch nur eine kaum bemerkbare Schmelzung erzeugte.

Endlich erwäge man die Umstände, unter welchen diese große Oehlmasse erwärmt werden sollte. Sie stand erstens auf einer Eisfläche, und war 1" hoch von Eisstücken und eiskaltem Wasser umgeben, welche letztere alle Wärme, die sich nach unten begeben wollte, verhindern mußte, und zwar nicht nur in der gewöhnlichen Lehre der Wärmeleitungsfähigkeit, sondern auch, und besonders, durch die Strömung. — Zweitens, woher kam die Wärme, welche ins Oehl treten sollte? Aus dem Stücke des eisernen Cylinders, das ins Oehl tauchte. Aber der ganze obere Theil, 9½" lang, war feucht, und stand in einem weiten Cylinder, in welchem eine beträchtliche Luftströmung Statt haben mußte. Diese und die Ausdunstung des nassen Eisens, (welche durch die papierne Hülle nicht verhindert werden konnte,) erkälteten die obern Theile, die nicht das Oehl berührten, beträchtlich. War nun diese Erkältung größer, als die durch die Berührungen des Oehls, so konnte das Oehl nur sehr wenig erwärmt werden, und es läßt sich sogar denken, ohne eine absolute Leitungsunfähigkeit des Oehls voraus zu setzen, daß diese Flüssigkeit beinahe gar nicht erwärmt worden wäre, wenn man nur die Erkältung durch die Ausdunstung und die

Luftströme, (und hier rechne ich noch gar nicht die Strahlung, um ganz im Rumfordischen Sinne zu argumentiren,) sehr beträchtlich grösser wäre, als die durch das Oehl mögliche. Das Eisen ist nun einer der besten Leiter; folglich, wenn die Erkaltung in den obern Schichten grösser ist, so muß die Wärme sich eher dahin verbreiten, besonders in der Rumfordischen Theorie.

Diese Betrachtungen werden, hoffe ich, hinlänglich seyn, um zu beweisen, daß dieser Versuch, auf welchen Graf Rumford so viel bauet, wenigstens keinen Beweis für seine Hypothese abgeben kann. Wollte ich in der Hypothese der Wärmeleitungsfähigkeit argumentiren, so könnte ich sagen, daß die Nichtschmelzung der Eispitze geradezu einen Beweis von der grossen Leitungsfähigkeit des Oehls sey, indem die Wärme, welche in der schmalen Schicht zwischen dem eisernen Cylinder und der Eispitze abgesetzt wurde, durch die umliegende Flüssigkeit so schnell fortgeleitet wurde, daß das schlechter leitende Eis gar nichts davon erhielt. Und was dürfte man dawider einwenden? — Daß ich die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit noch gar nicht direct erwiesen habe? Allerdings. Und deshalb enthalte ich mich dieses und ähnlicher Raisonnements, bis ich diese Fähigkeit durch directe Versuche ausser Zweifel gesetzt haben werde. *)

*) Daß in diesem und dem folgenden Versuche des Grafen Rumford Wärme durch das Oehl und Quecksilber wirklich herabwärts fortgeleitet werde,

Der 56ste Versuch ist eine buchstäbliche Wiederholung des vorher gehenden, nur dafs hier Quecksilber anstatt Oehls gebraucht wurde. Und so gilt davon alles, was ich über den vorher gehenden gesagt habe. Ich könnte noch bemerken, dafs die Nichterscheinung des Wassers auf der Oberfläche des Quecksilbers eben noch kein sonderlicher Beweis für das Nichtdaseyn desselben sey, indem das Quecksilber bekanntlich kleinere Theile Wasser enthalten oder fassen kann, ohne dafs sie sogleich an die Oberfläche steigen. Doch, — ich fürchte, am Ende in zu kleine Details zu fallen. Das Vorhergehende ist zur Entkräftung der aus diesen Versuchen gezogenen Beweise hinlänglich.

Die Anwendungen, welche Graf Rumford von seiner Hypothese auf einige Naturphänomene und deren Erklärung macht, als: auf das Warmhalten der Thierhaare, der Federn der Vögel, des Schnees, übergehe ich für jetzt, da ich im zweiten Abschnitte dieser Abhandlung das Nöthige hierüber sagen werde, und wende mich zu dem wichtigen Punkte der *chemischen Verwandtschaften*, auf welche

haben vermittelt seiner Thermometer Thomson, (*Annalen*, XIV, 137 f.) und besonders Murray, (*do.*, 158 f.) dargethan, welcher den Versuch in Gefassen aus Eis wiederholte, um alle Unzuverlässigkeit wegen der Wärmeleitung in den Wänden des Gefasses zu entfernen.

d. H.

ob der Graf seine Hypothese gleichfalls ausdehnt, und über die er den Lehrsatz aufstellt, es gebe keine solchen Affinitäten, sondern alle dahin gehörende Phänomene seyen aus dem Phänomene der Strömung mechanisch zu erklären. Ich habe wahrlich oft genug gezeigt, daß ich Freund der atomistischen und mechanischen Vorstellungsarten bin, um dem Vorwurfe nicht ausgesetzt zu seyn, daß, wenn ich chemische Verwandtschaften statuire, ich es aus Liebhaberei für dynamische Hypothesen thue; es geschieht, weil ich glaube, daß die Gravitation; auf welche am Ende R. Hypothese alle Phänomene der Verwandtschaft reduciren würde, zur Erklärung durchaus nicht hinreicht. Zur Begründung dieses gigantischen Wagstücks giebt uns Graf Rumford einen Versuch, (Versuch 57,) und erwartet es ruhig, daß die Naturforscher ihm auf dieser schwachen Stütze in jenes Meer von bekannten und verborgenen Klippen folgen werden. „Wenn man,“ sagt er, „Salzwasser unter gemeines etwas gefärbtes Wasser behutsam gebracht hat, so daß keine Strömungen entstehen, so bleiben die beiden Wasser mehrere Tage lang, ohne sich zu mischen, wenn in der ganzen Zeit keine Temperaturänderung vorgegangen ist, obgleich, wie bekannt, sie die so genannte chemische Verwandtschaft äußern sollten.“ Beim Anblicke dieses Versuches läßt man dem großen Scharfsinne des Autors in Erfindung interessanter Versuche volle Gerechtigkeit widerfahren. Aber ich muß nicht minder

das Unglück bedauern, daß gerade diese schönen Versuche Veranlassung zu einer Widerlegung seiner Hypothese geben. Enthält denn der vorliegende Versuch den Beweis, daß zwischen den Flüssigkeiten keine Mischung vorgegangen sey? Läßt es sich nicht denken, daß das Salz in die obere Wasserschicht gestiegen wäre, ohne daß ihr Färbestoff herab gekommen? Dieses muß durch Versuche abgemacht werden. Da ich aber diesen Abschnitt der Beleuchtung der Rumfordischen Versuche und Schlüsse ausschließlich gewidmet, hingegen meine eignen Versuche auf den folgenden aufgespart habe, so muß ich hier davon abbrechen, und auf den zweiten Abschnitt verweisen.

Ich übergehe das *zweite Kapitel* dieses Theils des Rumfordischen *Essays*, weil es nichts als Folgerungen aus den vorher gehenden enthält, wenigstens nichts, das für oder wider die Haupthypothese etwas beweiset.

Ich kann gleichfalls das *dritte Kapitel*, welches sehr schöne Bemerkungen über die bemerkbare und unbemerkbare Wärme enthält, übergehen, (ob-
schon ich allerdings noch nicht, weder in der Sache selbst, noch in der Vorstellungsart, mit dem Herrn Verfasser völlig einverstanden bin,) auch dieses enthält keine neuen Beweise für die Haupthypothese. Ich kann aber dennoch eine Bemerkung nicht unterdrücken, nämlich, daß Graf Rumford durch den allerdings wahren Satz, daß in gewissen Substanzen zuweilen Grade von freier

Wärme vorhanden sind, die aufs Thermometer nicht wirken, verleitet worden ist, eine neue Erklärung nach der alten Art von den Phänomenen der *Ausdunstung des Eises* zu geben, welche von jenem Satze hergenommen ist. Um die Unzulänglichkeit dieser Erklärung einzusehen, darf man nur auf die Grundbedingung des angeführten Satzes, nämlich, daß diese thätige Wärme nur in den Fällen fürs Thermometer unempfindbar ist, wenn die Masse der Körper, in welchen sie entwickelt wird, gegen die des Thermometers beinahe unendlich klein ist, oder vielmehr, wenn die geringe Quantität der, wenn auch sehr intensiven, Wärme, die Temperatur der Masse des Thermometers um keine beträchtliche Größe zu erhöhen vermag. So ist es begreiflich, daß die Glühhitze eines sehr kleinen Glaskügelchens die Temperatur einer Quecksilberkugel von $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll Durchmesser nur um sehr wenig erhöhen kann. — Allein findet hier, bei der Ausdunstung des Eises, dieser Fall Statt? können wir sagen, daß die Temperaturerhöhung, welche zur Verwendung einer namhaften Menge festen Wassers in den luftförmigen Zustand erforderlich wäre, wenn diese Formänderung einer freien Wärme unmittelbar zuzuschreiben wäre, fürs Thermometer unfühlbar blieb, da doch die Temperaturerniedrigung, welche durch die Ausdunstung erzeugt wird, fürs Thermometer fühlbar ist? Ich läugne also geradezu, daß die Ausdunstung des Eises durch den freien Wärmestoff geschehe, son-

dern, wie ich es in meiner *Theorie der Ausdunstung und des Niederschlags des Wassers in atmosphärischer Luft* erwiesen habe, eine bloße Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit dem Wasser ist, wodurch dieses in den gasförmigen Zustand übergeht. Wenn das Eis durch den freien Wärmestoff ausdunstete, warum sieht man nie Dunst oder Dampf über dem Eise, so lange es friert? Wie kommt es, daß dieser active Wärmestoff, der dennoch fürs Thermometer unempfindbar ist, keinen Dampf, sondern Gas erzeugt, da man doch weiß, daß die höchsten Grade der Glüehitze das reine Wasser nie in Gas verwandeln konnten. Die Verwandlung des festen oder flüssigen Wassers in Gas hat also nicht den freien Wärmestoff des umgebenden Mittels, noch den feinigten, auch nicht den freien Lichtstoff, sondern den latenten Wärmestoff des Sauerstoffgas zur Ursache. *) Dieses sey nur im Vorbeigehen ge-

*) Es ist vielleicht nicht ganz am unrichtigen Orte, hier einer Einwendung zu begegnen, welche man aus der Vergleichung meiner Theorie der Ausdunstung mit meinem Lehrsatze von den Bedingungen der Acidation ziehen könnte. In der eistern habe ich nämlich erwiesen, daß das Oxygengas Wasser auflöst, und zwar unter jeder Temperatur. Ist nun das Wasser in fester Gestalt, so könnte man mich fragen, warum hier keine Säure entstehe, da doch die Bedingung zur Acidation vorhanden sey. Darauf antworte ich, daß das Wasser eigentlich kein oxydibar, sondern ein oxydirtes Stoff sey; daß, obschon es einer größern Oxydation fa-

sagt, um zu zeigen, daß ich allen Theilen der Rumfordischen Abhandlung alle mögliche Aufmerksamkeit gewidmet habe.

hig sey, wie meine Entdeckungen im Galvanismus zeigen, dennoch jede Ueberoxydation nur eine lockere Verbindung sey, etwa wie die Ueheracidation der Salzsäure; daß das Wasser sich wirklich als schon oxydirt und nicht als oxydirbare Substanz hier zeige, folge daraus schon, daß keine Zersetzung desselben in dem Prozesse der Ausdunstung voraus vorgehe, wie es immer der Fall in andern Prozessen ist, wo eine wahre Oxydation oder Acidation geschieht. Nur in so fern nehme ich die in der Theorie der Ausdunstung aufgestellte Behauptung, zu welcher ich durch Analogieen verleitet wurde, zurück, daß die hier in der Ausdunstung vorgehende Operation eine Oxydation des Wassers sey. Es ist eine bloße Gaziification. Und daß diese durch den latenten Wärmestoff des Oxygengas geschieht, das deutet wiederum darauf, daß das Wasser hier nicht als oxydirbare Substanz wirkt, da ich in meiner Theorie der Wasserzersetzung durch die Galvani'sche Electricität es höchst wahrscheinlich gemacht habe, daß der expandirende imponderable Stoff für die oxydirbare Substanz nicht der latente Wärmestoff, sondern der latente Lichtstoff sey; eine Meinung, die meine letzten Entdeckungen über den Phosphor sehr unterstützen. Indess läugne ich nicht, daß diejenige Verbindung des Oxygengas mit Wasser, wodurch letzteres die Gasform erhält, vielleicht ein Anfang von Acidation ist, und daraus läßt sich dann die große Leichtigkeit erklären, wo

Das *vierte Kapitel*, (*Annalen*, II, 278 f.), ist an hierher gehörigen Versuchen leider sehr reichhaltig. So leicht ihre Widerlegung ist, so ist es doch Pflicht, sie einzeln durchzugehen.

Im erstern wird ein 6'' langer Thermometercylinder, der mit einer Thermometerröhre mit Scale versehen ist, bei einer mittlern Lufttemperatur zum Theil in Eis gesetzt, und hier zeigte er daß nur ein Theil des enthaltenen Quecksilbers den Frierpunkt des Wassers erreichte. Allein dieser Versuch ist unzulänglich, weil die Dauer desselben nicht angegeben ist, auch nicht, ob der Stand des Quecksilbers in der obern Röhre beständig derselbe geblieben sey, so lange die atmosphärische Luft gleiche Temperatur hatte. Dieses mußte schlechterdings seyn, wenn der Versuch einige Beweiskraft für die Nichtleistung haben sollte. Und auch dann wäre der Beweis nicht einmahl vollständig.

Den zweiten Versuch, durch welchen Graf Rumford Wasser über Eis in einer 45° geneigten

mit Metalle in feuchter Luft rosten. Hier eröffnet sich ein neues Feld von interessanten Versuchen und Forschungen, welche vielleicht uns die Ursache aufschließen werden, warum Wasser bei allen Verbindungen des Oxygens mit den verwandten Grundlagen gegenwärtig seyn müsse; ein Phanomen, das zwar schon lange bekannt ist, dessen Ursache aber ein Gegenstand der Untersuchung wurde. Gewiß ist es, daß man mit Wasserzersetzungsprozessen, womit man, seit die franz. Chemie die herrschende wurde, so freigebig ist, nicht ausreichen wird. *Parrot.*

Röhre an einem Lichte zum Sieden brachte, und das zwar unmittelbar über der Eisfläche, würde ich gar nicht verstehen, wenn ich des Grafen Hypothese annähme. Auch mit der entgegen gesetzten verstehe ich nicht viel davon. Denn wo bleibt die Wirkung der Strömungen, des sonst so sehr gebrauchten *Deus ex machina*. Auf jeden Fall scheinen mir wesentliche Umstände in der Beschreibung des Versuchs zu mangeln.

Dass eine glühende Kugel nicht so viel Hitze durch Luft und Wasser schicken konnte, um ein darunter liegendes Thermometer stark zu afficiren, da hingegen das Thermometer in bloßer Luft stark davon afficirt wurde, werde ich im zweiten Abschnitte erklären. Hier ist kein Beweis für die Rumfordische Hypothese.

Der folgende Versuch des Grafen scheint mir ein vollständiger Beweis wider seine Theorie zu seyn. Eine $1\frac{1}{2}$ zöllige glühende Kugel schmelzt hier in einer horizontalen Eisscheibe und in einer Entfernung von $1\frac{2}{5}$ Zoll, in das Eis ein Becken von 2'' bis 3'' Durchmesser. Wenn nun die Luft kein Leiter wäre, das heißt, die Wärme nicht durchliesse, wie entstünde die Schmelzung im Eise? Hat Graf Rumford die Nichtschmelzung in den frühern Versuchen als Beweis von der Nichtleitungsfähigkeit des Wassers benutzt, so kann ich mit weit mehrerm Rechte die hier erfolgte Schmelzung als einen Beweis für die Leitungsfähigkeit der Luft anführen.

Dafs im folgenden Versuche, wo das am Talge geschah, was oben am Eise geschehen war, eine Erhöhung von festem Talge in dem Becken voll flüssigen Talgs stehen blieb, weifs ich nicht befriedigend zu erklären, weil dieses Phänomen ganz gewifs von einem nicht angeführten, vielleicht gar nicht beobachteten Umstande herrührt. Diese Erscheinung ist wahrscheinlich nur zufällig und rührt nicht von der Nichtleitungsfähigkeit des Talgs her, welches der Graf Rumford behauptet, ohne es zu erklären, und ohne zu erwägen, dafs, wenn das Phänomen aus einem so allgemeinen Naturgesetze folgte, es auch beim geschmolzenen Eise hätte Statt haben müssen.

Ich übergebe Versuch 54 und 55, weil sie in keinem Zusammenhange mit meinem Hauptgesichtspunkte stehen. — Versuch 56 beweiset wieder das Gegentheil der Rumfordischen Meinung. Als eine in ein Weinglas dicht über gefrorenes Oehl gehaltene roth glühende Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser einen Theil des festen Oehls geschmolzen hatte, fand es sich, dafs nach der Schmelzung die Eisoberfläche ziemlich eben war; daraus schliesst Graf Rumford, dafs diese Schmelzung lediglich der Erhitzung des Glases zuzuschreiben war. Ich will nicht alle Unwahrscheinlichkeiten, die in diesem der Wärme vorgeschriebenen Wege enthalten sind, erwähnen, besonders, da ich über das Leistungsvermögen des Glases etwas bestimmtes zu sagen Gelegenheit haben werde, sondern nur

auf den Umstand aufmerksam machen, daß, wenn die Schmelzung vom Glase, und zwar bloß vom Glase herrührte, sie an den Rändern, (in allen möglichen Hypothesen,) größer, mithin die Eisfläche dort tiefer als in der Mitte ausgehöhlt seyn müßte.

So weit der *siebente Essay* über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüssigkeiten. In dem *achten Essay*, [*Annalen*, V, 288 f.,] geht der Herr Verfasser zur Prüfung anderer Substanzen in Betracht ihrer Wärmeleitungsfähigkeit über. Das erste Kapitel betrifft noch immer Flüssigkeiten, besonders atmosphärische Luft von verschiedener Dichtigkeit und Trockenheit, und dann die Torricelli'sche Leere. Es läßt noch ein tiefes Dunkel über diese Materie übrig. Der Herr Verfasser z. B. glaubt aus seinen Versuchen schließen zu müssen, daß die atmosphärische Luft ein schlechterer Wärmeleiter sey, als die Leere. Allein drei Versuche, (20, 21, 22, Seite 296,) zeigen wenigstens, daß wir die Resultate der vorher gehenden noch nicht verstehen, in denen, im Falle, die Luft hinderte den Durchgang der Wärme,) nothwendig beträchtliche Verschiedenheiten in diesen Hindernissen beobachtet worden seyn müßten, welche nach irgend einem Gesetze von der Dichtigkeit abhängen, das aber in den 3 er vāhnten Versuchen, wo die Dichtigkeiten sehr verschieden waren, nicht beobachtet wurde. Ferner schreibt Graf Rumford der feuchten Luft eine größere Leitungsfähigkeit als der trockenen

Dafs im folgenden Versuche, wo das am Talge geschah, was oben am Eise geschehen war, eine Erhöhung von festem Talge in dem Becken vollflüssigen Talgs stehen blieb, weifs ich nicht befriedigend zu erklären, weil dieses Phänomen ganz gewifs von einem nicht angeführten, vielleicht gar nicht beobachteten Umstande herrührt. Diese Erscheinung ist wahrscheinlich nur zufällig und rührt nicht von der Nichtleitungsfähigkeit des Talgs her, welches der Graf Rumford behauptet, ohne es zu erklären, und ohne zu erwägen, dafs, wenn das Phänomen aus einem so allgemeinen Naturgesetze folgte, es auch beim geschmolzenen Eise hätte Statt haben müssen.

Ich übergebe Versuch 54 und 55, weil sie in keinem Zusammenhange mit meinem Hauptgeächts-punkte stehen. — Versuch 56 beweiset wieder das Gegentheil der Rumfordischen Meinung. Als eine in ein Weinglas dicht über gefrorenes Oehl gehaltene roth glühende Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser einen Theil des festen Oehls geschmolzen hatte, fand es sich, dafs nach der Schmelzung die Eisoberfläche ziemlich eben war; daraus schliesst Graf Rumford, dafs diese Schmelzung lediglich der Erhitzung des Glases zuzuschreiben war. Ich will nicht alle Unwahrscheinlichkeiten, die in diesem der Wärme vorgeschriebenen Wege enthalten sind, erwähnen, besonders, da ich über das Leistungsvermögen des Glases etwas bestimmtes zu sagen Gelegenheit haben werde, sondern nur

auf den Umstand aufmerksam machen, daß, wenn die Schmelzung vom Glase, und zwar bloß vom Glase herrührte, sie an den Rändern, (in allen möglichen Hypothesen,) größer, mithin die Eisfläche dort tiefer als in der Mitte ausgehöhlt seyn müßte.

So weit der *siebente Essay* über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüssigkeiten. In dem *achten Essay*, [*Annalen*, V, 288 f.,] geht der Herr Verfasser zur Prüfung anderer Substanzen in Betracht ihrer Wärmeleitungsfähigkeit über. Das erste Kapitel betrifft noch immer Flüssigkeiten, besonders atmosphärische Luft von verschiedener Dichtigkeit und Trockenheit, und dann die Torricelli'sche Leere. Es läßt noch ein tiefes Dunkel über diese Materie übrig. Der Herr Verfasser z. B. glaubt aus seinen Versuchen schließen zu müssen, daß die atmosphärische Luft ein schlechterer Wärmeleiter sey, als die Leere. Allein drei Versuche, (20, 21, 22, Seite 296,) zeigen wenigstens, daß wir die Resultate der vorhergehenden noch nicht verstehen, in denen, (im Falle, die Luft hinderte den Durchgang der Wärme,) nothwendig beträchtliche Verschiedenheiten in diesen Hindernissen beobachtet worden seyn müßten, welche nach irgend einem Gesetze von der Dichtigkeit abhängen, das aber in den 3 erwähnten Versuchen, wo die Dichtigkeiten sehr verschieden waren, nicht beobachtet wurde. Ferner schreibt Graf Rumford der feuchten Luft eine größere Leitungsfähigkeit als der trockenen

Dafs im folgenden Versuche, wo das am Talge geschah, was oben am Eise geschehen war, eine Erhöhung von festem Talge in dem Becken voll flüssigen Talgs stehen blieb, weifs ich nicht befriedigend zu erklären, weil dieses Phänomen ganz gewifs von einem nicht angeführten, vielleicht gar nicht beobachteten Umstande herrührt. Diese Erscheinung ist wahrscheinlich nur zufällig und rührt nicht von der Nichtleitungsfähigkeit des Talgs her, welches der Graf Rumford behauptet, ohne es zu erklären, und ohne zu erwägen, dafs, wenn das Phänomen aus einem so allgemeinen Naturgesetze folgte, es auch beim geschmolzenen Eise hätte Statt haben müssen.

Ich übergehe Versuch 54 und 55, weil sie in keinem Zusammenhange mit meinem Hauptgeächtpunkte stehen. — Versuch 56 beweiset wieder das Gegentheil der Rumfordischen Meinung. Als eine in ein Weinglas dicht über gefrorenes Oehl gehaltene roth glühende Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser einen Theil des festen Oehls geschmolzt hatte, fand es sich, dafs nach der Schmelzung die Eisoberfläche ziemlich eben war; daraus schliesst Graf Rumford, dafs diese Schmelzung lediglich der Erhitzung des Glases zuzuschreiben war. Ich will nicht alle Unwahrscheinlichkeiten, die in diesem der Wärme vorgeschriebenen Wege enthalten sind, erwähnen, besonders, da ich über das Leistungsvermögen des Glases etwas bestimmtes zu sagen Gelegenheit haben werde, sondern nur

auf den Umstand aufmerksam machen, daß, wenn die Schmelzung vom Glase, und zwar bloß vom Glase herrührte, sie an den Rändern, (in allen möglichen Hypothesen,) größer, mithin die Eisfläche dort tiefer als in der Mitte ausgehöhlt seyn müßte.

So weit der *siebente Essay* über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüssigkeiten. In dem *achten Essay*, [*Annalen*, V, 288 f.,] geht der Herr Verfasser zur Prüfung anderer Substanzen in Betracht ihrer Wärmeleitungsfähigkeit über. Das erste Kapitel betrifft noch immer Flüssigkeiten, besonders atmosphärische Luft von verschiedener Dichtigkeit und Trockenheit, und dann die Torricelli'sche Leere. Es läßt noch ein tiefes Dunkel über diese Materie übrig. Der Herr Verfasser z. B. glaubt aus seinen Versuchen schließen zu müssen, daß die atmosphärische Luft ein schlechterer Wärmeleiter sey, als die Leere. Allein drei Versuche, (20, 21, 22, Seite 296,) zeigen wenigstens, daß wir die Resultate der vorhergehenden noch nicht verstehen, in denen, im Falle, die Luft hinderte den Durchgang der Wärme,) nothwendig beträchtliche Verschiedenheiten in diesen Hindernissen beobachtet worden seyn müßten, welche nach irgend einem Gesetze von der Dichtigkeit abhängen, das aber in den 3 erwähnten Versuchen, wo die Dichtigkeiten sehr verschieden waren, nicht beobachtet wurde. Ferner schreibt Graf Rumford der feuchten Luft eine größere Leitungsfähigkeit als der trockenen

Dafs im folgenden Versuche, wo das am Talge geschah, was oben am Eise geschehen war, eine Erhöhung von festem Talge in dem Becken voll flüssigen Talgs stehen blieb, weifs ich nicht befriedigend zu erklären, weil dieses Phänomen ganz gewifs von einem nicht angeführten, vielleicht gar nicht beobachteten Umstande herrührt. Diese Erscheinung ist wahrscheinlich nur zufällig und rührt nicht von der Nichtleitungsfähigkeit des Talgs her, welches der Graf Rumford behauptet, ohne es zu erklären, und ohne zu erwägen, dafs, wenn das Phänomen aus einem so allgemeinen Naturgesetze folgte, es auch beim geschmolzenen Eise hätte Statt haben müssen.

Ich übergehe Versuch 54 und 55, weil sie in keinem Zusammenhange mit meinem Hauptgesichtspunkte stehen. — Versuch 56 beweiset wieder das Oegentheil der Rumfordischen Meinung. Als eine in ein Weinglas dicht über gefrorenes Oehl gehaltene roth glühende Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser einen Theil des festen Oehls geschmolzen hatte, fand es sich, dafs nach der Schmelzung die Eisoberfläche ziemlich eben war; daraus schliesst Graf Rumford, dafs diese Schmelzung lediglich der Erhitzung des Glases zuzuschreiben war. Ich will nicht alle Unwahrscheinlichkeiten, die in diesem der Wärme vorgeschriebenen Wege enthalten sind, erwähnen, besonders, da ich über das Leistungsvermögen des Glases etwas bestimmtes zu sagen Gelegenheit haben werde, sondern nur

auf den Umstand aufmerksam machen, daß, wenn die Schmelzung vom Glase, und zwar bloß vom Glase herrührte, sie an den Rändern, (in allen möglichen Hypothesen,) größer, mithin die Eisfläche dort tiefer als in der Mitte ausgehöhlt seyn müßte.

So weit der *siebente Essay* über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüssigkeiten. In dem *achten Essay*, [*Annalen*, V, 288 f.,] geht der Herr Verfasser zur Prüfung anderer Substanzen in Betracht ihrer Wärmeleitungsfähigkeit über. Das erste Kapitel betrifft noch immer Flüssigkeiten, besonders atmosphärische Luft von verschiedener Dichtigkeit und Trockenheit, und dann die Torricelli'sche Leere. Es läßt noch ein tiefes Dunkel über diese Materie übrig. Der Herr Verfasser z. B. glaubt aus seinen Versuchen schließen zu müssen, daß die atmosphärische Luft ein schlechterer Wärmeleiter sey, als die Leere. Allein drei Versuche, (20, 21, 22, Seite 296,) zeigen wenigstens, daß wir die Resultate der vorhergehenden noch nicht verstehen, in denen, (im Falle, die Luft hinderte den Durchgang der Wärme,) nothwendig beträchtliche Verschiedenheiten in diesen Hindernissen beobachtet worden seyn müßten, welche nach irgend einem Gesetze von der Dichtigkeit abhängen, das aber in den 3 erwähnten Versuchen, wo die Dichtigkeiten sehr verschieden waren, nicht beobachtet wurde. Ferner schreibt Graf Rumford der feuchten Luft eine größere Leitungsfähigkeit als der trockenen

zu, worin ihm die Versuche Pictet's geradezu widerprechen.

Im zweiten Kapitel dieses Essays liefert Gr. Rumford eine Reihe von sehr interessanten und genauen Versuchen über die Verminderung der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten durch die Beimischung fremder Stoffe. Diese Versuche und das dazu erfundene Passagethermometer sollten billig in unsere Vorlesungen übergehen, weil sie viele Phänomene direct erklären, welche sonst nur analogisch sich erklären ließen. Aber auch hier bin ich nicht ganz mit dem scharfsinnigen Erfinder einerlei Meinung. Er schreibt die Verzögerung in der Mittheilung der Wärme durch diese Substanzen bloß dem Hindernisse zu, welches sie der innern Bewegung der Flüssigkeit entgegen stellen. Dafs dieses allerdings eine Ursache mit zu dem Phänomene sey, ist wohl unlängbar, da es gewifs ist, dafs die innern Strömungen der Flüssigkeiten die Vertheilung der Wärme in den Fällen sehr befördert. Allein es ist nicht die einzige Art, wie diese heterogenen Körperchen wirken; im zweiten Abschnitte dieses Aufsatzes werde ich die andern anzeigen.

Aus dieser Prüfung der Rumfordischen Hypothese, und der Versuche und Schlussfolgen, worauf sie sich gründen soll, folgt, dafs die Art von Mittheilung der Wärme in den Flüssigkeiten, welche sie als die einzige angiebt, allerdings Statt finde, und in vielen

Fallen den beträchtlichsten Antheil an den Phänomenen der Wärmeleitung habe, [vergl. S. 269,] aber auch, daß sie nicht die einzig mögliche sey, und ich glaube allerwenigstens erwiesen zu haben, daß alle Bemühungen des Grafen Rumford nicht hinreichen, um zu beweisen, daß die Flüssigkeiten, wenn keine Bewegung ihrer Theile Statt findet, die Wärme nicht fortleiten können. Dabei glaube ich, daß es nicht unzweckmäßig ist, zu erinnern, daß alle Beweise des Grafen Rumford nicht zu den directen Beweisen gehören, indem er nie direct erwies, daß keine Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten Statt finde, sondern nur Phänomene beschrieb, die sich aus dem Satze der absoluten Nichtleitung erklären lassen. Da ich aber von ihnen bewiesen habe, daß sie sich alle eben so gut, ja sehr viele noch besser aus dem Satze der absoluten Leitung erklären lassen, so ist der Rumfordische Satz eine bloße Hypothese, und ich nahm vorzüglich auf diese Beweisart des Herrn Grafen Rücksicht, als ich seine Vorstellungsart anfangs eine Hypothese nannte.

Allein ich würde wenig für die Wissenschaft gethan zu haben glauben, wenn ich diese wichtige Materie in diesem Zustande der Zweideutigkeit ließe. Zwar habe ich allerdings mehr gethan, als bloß zu erweisen, daß die Hypothese der absoluten Leitung alles eben so gut erkläre, als die entgegengesetzte, ich habe auch gleich anfangs gezeigt, daß die Hypothese der absoluten Nichtleitung überhaupt

• einen Widerspruch enthalte, und diesen fortlaufenden Widerspruch in vielen der Rumfordischen Versuche selbst aufgedeckt, mithin dadurch, indirect wenigstens, die Wahrheit des Satzes der absoluten Leitung bewiesen. Allein ich gestehe, daß ich die Acten über diesen wichtigen Gegenstand nicht für geschlossen ansehen würde, wenn ich nicht *durch directe Versuche* den Beweis für den Satz der absoluten Leitungsfähigkeit führen könnte. Dieser Beweis nun und die Aufstellung eines neuen wichtigen Satzes in der Lehre der Wärmeleitung sind der Gegenstand des zweiten Abschnitts dieser Abhandlung.

(Diesen im nächsten Stücke.)

II.

Ein seinen Stand aufzeichnendes Thermometer,

von

M. J. C H R I C H T O N. *)

Ich habe dieses Instrument vor kurzem erfunden, und beschreibe es hier auf Ersuchen mehrerer meiner Freunde. Es gründet sich auf die ungleiche Ausdehnbarkeit der verschiedenen Metalle durch Wärme. Das ganze Instrument ist ungefähr 13 Zoll lang. Fig. 1, Taf. IV, stellt es von vorn, Fig. 2 von der Seite gesehen vor; einerlei Buchstabe bedeutet in beiden Figuren dasselbe.

A ist eine 8 Zoll lange, 1 Zoll breite und $\frac{1}{4}$ Zoll dicke, aus Eisen und Zink zusammen gesetzte parallelepipedarische Stange. Die eine Seite derselben *BC* ist Eisen, die andere *DE* Zink. Das untere Ende derselben *I* ist auf dem Brete von Mahagonyholz *abcd* unbeweglich befestigt. Wird die Stange erwärmt, so biegt sie sich, weil der Zink ausdehnbarer durch Wärme als das Eisen ist, an ihrem obern Ende nach *B*, d. i., nach der Seite des Eisens hin. An diesem ihrem obern Ende hat sie einen kleinen Zapfen *F*, welcher in den Schlitz *L* am

*) Aus Tilloch's *Philos. Magazine*, 1803, Mars; und van Mons *Journ. de Chim. et de Phys.*, t. 5, p. 32. d. H.

untarn Ende des Zeigers *LM*, der hier gabelförmig gestaltet ist, hinein paßt. Die Achse *G* des Zeigers ist nahe bei diesem Schlitze, so daß bei kleinen Bewegungen des Zapfens *F* das andere Ende *M* des Zeigers sehr sichtbare Räume durchläuft. In der Wärme krümmt sich der Stab nach *B*, in der Kälte nach *D*, weshalb die Scale von *a* nach *b* zu graduiren ist.

An den Seiten des Zeigers *LM* befinden sich zwei andere leichte Zeiger, die mit ihm auf derselben Achse *G* stecken. Ein Zahn *H*, an dem Hauptzeiger, schiebt den einen dieser Nebenzeiger vor sich her, wenn sich der Hauptzeiger nach der rechten, den andern, wenn er sich nach der linken Hand dreht. Sie geben folglich an der Scale durch ihren Stand die höchste und die niedrigste Temperatur seit der letzten Beobachtung an.

Um die Scale für dieses Instrument zu graduiren, braucht man nur die Nebenzeiger an den Hauptzeiger zu drehen, und zwei entfernte Temperaturen hervor zu bringen oder abzuwarten. Die Nebenzeiger geben den Ort für diese Temperatur auf der Scale an. Die längste Scale dieser Art von Thermometer, welche ich bis jetzt gemacht habe, ging von -10° bis $+100^{\circ}$ F. Die Angaben des Instruments sind sehr genau.

Der obere Theil des Scalenbretes wird mit einer Glasthür bedeckt, wozu man bei *N* und *O* die Charniere sieht.

III.

*Ein anderes seinen Gang aufzeichnendes
Thermometer,*

von

ALEX. KEITH, Esq., F. R. S. und F. E. S. *)

Unsre Thermometer sind für den meteorologischen Gebrauch darin mangelhaft, daß wir an ihnen bloß die Temperatur, wie sie bei den Beobachtungen, und nicht auch, wie sie in den Zwischenzeiten ist, wahrnehmen, und mir ist noch keine Vorrichtung bekannt, welche diesem Mangel abhülfe, obschon Robert Hook sich vorgesetzt hatte, ein solches Thermometer zu erdenken.

Das von James Six erfundene, und in den *Philosoph. Transactions*, Vol. 72, beschriebene Thermometer zeigt zwar den höchsten und den niedrigsten Stand des Instruments zwischen je zwei Beobachtungen, aber auch nur diese. Das wird durch zwei kleine Stücke schwarzen Glases bewirkt, deren jedes auf einer verschiedenen Quecksilberfläche in zwei hermetisch verschlossenen Glasröhren schwimmt; sie schwimmen mit auf, wenn das Quecksilber in ihrer Röhre steigt, und bleiben,

*) Zusammen gezogen aus den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, Vol. 4, und *Nicholson's Journal*, 1800, 4., Vol. 3, p. 266. d. H.

wenn das Queckfilber wieder sinkt, vermittelt einer Art von Springfeder aus Glas, am Glase hängen. Sie enthalten in ihrem Innern ein kleines Stückchen Stahldraht, und lassen sich daher nach der Beobachtung, von aussen, durch einen Magnet, bis zur Queckfilberfläche herab ziehen. So scharfsinnig diese Vorrichtung auch ist, so erfordert sie doch zu viel Genauigkeit in der Ausführung, als daß sie zum gemeinen Gebrauche kommen könnte; auch zeigt sie nur die beiden äussersten Temperaturen, nicht den ganzen Gang des Thermometers, zwischen zwei Beobachtungen. *) — Dasselbe ist der Fall bei dem vom Dr. Rutherford aus Baililich angegebenen, und im dritten Bande der *Edinburgher Transactions* beschriebenen Thermometrographen. **)

Schon vor einigen Jahren war ich auf die Idee gekommen, ein *Luftthermometer* möge zu einem wahren Thermometrographen besonders geeignet seyn,

*) Man findet diesen Sixischen Thermometrographen, (nach Lemaître, nach welchem die beiden Schwimmer broncirtes Eisen und die Springfeder ein Haar ist,) abgebildet und beschrieben in den *Annalen*, II, 287, und dabei einige sehr gegründete Bedenken gegen die Zuverlässigkeit desselben, 289 f. d. H.

**) Siehe Voigt's *Magazin*, B. X, St. 3, S. 175, horizontal liegende Weingeistthermometer, worin der Weingeist kleine Conen von Glas und Elfenbein vor sich her schiebt. d. H.

seyn, voraus gesetzt, daß es vom Einflusse des Luftdrucks befreit, oder diesem das Gegengewicht gehalten werden könne, so daß lediglich die Temperatur der Atmosphäre es afficire. Dann liesse es sich leicht mit einem Uhrwerke verbinden, welches den Gang der Temperatur ununterbrochen verzeichnete. Ich las damahls der Societät die Beschreibung eines solchen Instruments vor. Seitdem habe ich es indess vereinfacht, und folgendes ist die Beschreibung meines jetzigen Thermometrographen, zu welchem ich statt des Luftthermometers ein Weingeistthermometer genommen habe.

AB, (Taf. IV, Fig. 3,) ist eine $\frac{3}{4}$ Zoll dicke und 14 Zoll lange, am obern Ende zugeschmolzte Röhre aus dünnem Glase. An ihrem untern Ende ist eine andere Röhre angeschmolzt, die sich aufwärts krümmt, und deren aufwärts gehender Schenkel 0,4 Zoll weit, 7 Zoll lang, und oben offen ist. Die erste Röhre ist mit dem stärksten Alkohol, die zweite von *B* bis *E* mit Quecksilber gefüllt; zwei Flüssigkeiten, deren Volumen sich bekanntlich nicht mit dem Luftdrucke ändert. Eine messingene oder hölzerne Scheibe *D*, welche auf der engern Röhre befestigt ist, trägt eine auf die gewöhnliche Art eingetheilte, $6\frac{1}{2}$ Zoll lange Scale *DF* aus Messing oder Elfenbein. Ueber diese läßt sich eine weite, $1\frac{1}{2}$ Zoll lange, oben zugeschmolzte Glasröhre schieben, und vermittelt eines messingenen Ringes, der an ihrem untern Ende

angekittet ist, auf die Scheibe *D* fest drehen; sie schützt den Index vor Wind und Regen, und wird nicht anders abgenommen, als wenn man das Instrument zu einer Beobachtung einrichten will.

E ist ein kleiner conischer Schwimmer aus Glas oder Elfenbein, der auf der Oberfläche des Quecksilbers im kleinern Scheukel ruht, und einen Draht *EH* trägt, welcher an seinem obern Ende unter einem rechten Winkel gebogen ist. Zwischen den beiden Stiften *G* und *K* am Scalnbrette ist ein feiner Stahl-, oder besser Golddraht, längs der Scale gespannt, und auf diesem sitzen zwei Zeiger *L*, *L*, die aus dünner schwarzer gefirnifster Seide gemacht sind, und sich mit einer kleinen Kraft, nicht grösser als 2 Gran, längs des Drahtes verschieben lassen. Das Knie *H* am obern Ende des Drahtes über dem Schwimmer, umgiebt ebenfalls diesen Draht und befindet sich zwischen beiden Zeigern. So lange daher der Schwimmer steigt, schiebt er den obern Zeiger herauf, und so lange er sinkt, schiebt er den untern Zeiger herab. Bei jeder Beobachtung werden beide Zeiger vermittlest eines gebogenen und dazu bestimmten Drahtes genau an das Knie *H* angeschoben. Dann zeigt der obere die höchste, der untere die niedrigste Temperatur, welche seitdem Statt gefunden hat.

Will man den Gang der Wärme von Minute zu Minute haben, so muß man, um ein Uhrwerk mit diesem Thermometer verbinden zu können, der Röh-

re *AB* eine Länge von etwa 40 Zoll, und der kurzen, bei unveränderter Länge, eine grössere Weite geben. Das Uhrwerk dient, einen senkrecht stehenden Cylinder aus leichtem Holze, der eine Höhe von 7 Zoll und einen Durchmesser von 5 Zoll hat, um seine Achse, und zwar in 31 Tagen oder einem Monate, zu drehen. Um diesen Cylinder legt und befestigt man ein Stück geglättetes oder Velin-Papier, worauf in gleichen Abständen rings um den Cylinder 31 senkrechte Linien gezogen, und die Zwischenräume zwischen je zwei noch in 64 gleiche Theile getheilt sind. Horizontallinien geben auf dem Papiere die Grade des Thermometers, von etwa 0° F. bis 100° F., von 5 zu 5 Graden. Man muß diese Linien für sein Thermometer in Kupfer stechen, und von der Platte eine Menge Abdrücke auf Velin-Papier machen lassen, um alle Monate ein anderes um den Cylinder legen zu können. An der senkrechten Seite des Rahmens, in welchem der Cylinder sich dreht, ist die Fahrenheit'sche Scale vollständig bezeichnet. Statt des Knies *H* befindet sich in diesem Falle ein Stückchen Bleistift an dem Drahte des Schwimmers, und ein kleines Gewicht, welches die Spitze des Bleistifts leicht an den Cylinder andrückt. Die Linien, welche der Bleistift auf das Papier zeichnet, geben ein zusammen hängendes Register über den Gang der Temperatur während des ganzen Monats. Auf einem noch 3 Zoll längern Cylinder liesse sich zugleich der Gang

des Barometers auf eine ähnliche Art verzeichnen und so hätte man zugleich einen Barometrographen und Thermometrographen. *)

*) Da im Thermometer sich nicht bloß der Alkohol, sondern auch das Quecksilber, und zwar beide nicht auf einerlei Art, durch Wärme expandiren, so ließe sich ein solches Thermometer höchstens nach einem Richtthermometer graduiren, und es würde Grade von ungleicher Größe haben. Auf den Gang der Zeiger hätte über dies die Expansion des Drahtes auf dem Schwimmer, durch Wärme, mit Einfluß; auch möchten die kleinen seidenen Zeiger wohl manchemal in Unordnung kommen: lauter Gründe, warum mir, Chrichton's Thermometrographen der Vorzug zu gebühren scheint, auch wenn wir von der Vorrichtung mit dem Uhrwerke absehen, die noch mehr Unzuverlässigkeit in die Angaben bringen dürfte. Uebrigens sind die Fälle wohl nur selten, wo wir nicht völlig damit zufrieden seyn könnten, den höchsten und niedrigsten Thermometerstand in der Zwischenzeit zwischen zwei Beobachtungen an der Scale angeben zu finden.

d. H.

IV.

BESCHREIBUNG

*einer neuen Methode, Stahlstangen durch
den Kreisstrich zu magnetisiren,*

VON

C. G. S J Ö S T E E N . *)

Herr Sjösteen beschäftigte sich mit diesen Versuchen in den Jahren 1793, 95, 98, 1800, und überzeugte sich von den Vorzügen seiner Methode vor allen übrigen bekannten, indem nach ihr sich mit den wenigsten Strichen den Stahlstangen die größte magnetische Kraft mittheilen ließ. Er hatte 12 Stangen von dem besten, feinsten, englischen Stahle machen lassen, härtete sie, wie man Uhrfedern zu härten pflegt, und bezeichnete sie auf dem einen Ende mit N. Diese Stahlstangen waren $12\frac{1}{4}$ Zoll lang, $\frac{5}{8}$ Zoll breit und eben so dick. Auch ihr Gewicht wird genau in einer Tabelle angegeben; eben so in einer andern Tabelle die Stärke der magnetischen Kraft, welche sie durch das Streichen angenommen hatten, und die Herr Sjösteen durch das Tragen eiserner Kugeln, Ringe u. s. w. bestimmte. Zum Magnetisiren bediente er

*) Aus den *Vetenskaps Academi. nya Handlingar*, 1802, 3tes Quartal, p. 191, ausgezogen von Herrn Adj. Droyfen in Greifswalde. d. H.

sich künstlicher Magnete von Knight, $15\frac{1}{2}$ Zoll lang, $\frac{5}{8}$ Zoll breit, und eben so dick.

Zwei solche künstliche Magnete wurden unter einem Winkel von 6° zusammen gebunden, wie das Fig. 2, Taf. III, zeigt, und die zu magnetisirenden Stabstangen, so wie es Fig. 5 zeigt, auf ein Bret befestigt. Der Südpol der beiden Magnete wurde auf *A* niedergesetzt und so gegen *B* geführt, daß der Nordpol ihm folgte, und auf diese Art wurden die beiden Magnete in verticaler Stellung, ohne abgehoben zu werden, sanft von *A* nach *B*, *C*, *D*, gezogen, und allererst in *A* aufgehoben. Nach einem Striche zeigten die mit *N* bemerkten Enden der Stangen südliche, die andern aber nördliche Polarität.

Um die Polaritäten mit den Buchstaben übereinstimmend zu erhalten, ließ nun Herr Sjösteen den Südpol voraus gehen, und es glückte ihm, den Stangen so ihre magnetische Kraft wieder zu nehmen und dann die Pole in ihnen umzukehren. Er nennt diese Methode, wenn der Südpol gegen *B* voran geht, der Nordpol folgt, und die Magnete so über *B*, *C* und *D* nach *A* geführt werden, den *Gegentkreisstrich*, *contraircirkelstrykning*; die Methode aber, wo der Nordpol nach *B* vorgeführt wird, der Südpol folgt, und so beide nach *B*, *C*, *D* und *A* gehen, ohne abgehoben zu werden, den *Kreisstrich*, (*cirkelstrykning*.) Er bemerkt dabei, daß schon drei Naturforscher vor ihm diese Methode zwar schon angedeutet, aber

nicht bestimmt angegeben haben: nämlich Trulard im *Journal des savans*, Avril 1761; Euler, in seinen *Lettres à une Princesse d'Allem.*, Tom. III, p. 153; und Rinman in seiner *Järnets Historia*, (Geschichte des Eisens.)

Die folgenden, mit Weitläufigkeit beschriebenen vergleichenden Versuche zeigen, daß der Kreisstrich wirklich vor den bekannten Methoden den Vorzug verdiene. Er ist wirksamer als Canton's Doppelfstrich. Coulomb's Methode der 33 Doppelfstriche nach Euler's Art wirkte nicht stärker als 3 bis 4 Kreisstriche; — 57 Doppel- und Horizontalstriche nach Canton's Methode nicht stärker als 16 Kreisstriche; — und endlich thaten 96, 48 und 72 Striche nach Coulomb's Vorschrift so viel als 16, 11 und 32 Kreisstriche, oder, in Mittelzahlen, 72 Striche nach Coulomb's Vorschrift so viel wie 20 Kreisstriche. Zu diesem Vorzuge kommt noch, daß man mit dem Kreisstriche 4 Stangen zugleich in der Zeit magnetisiren kann, welche sonst auf das eine Ende der einen Stange verwendet wird.

Die Erklärung dieser Erscheinung aus der Figur der aufgestreuten Feilspäne und dem angenommenen Ausströmen einer magnetischen Flüssigkeit lasse ich weg; sie scheint mir nicht genügend.

Droyßen,

V.

Ueber
einige prismatische Farbenerscheinungen ohne Prisma, und über die Farbenzerstreuung im menschlichen Auge,

von

Dr. MOLLWEIDE,

Lehrer an dem Padagogio zu Halle:

In einem Aufsatze in Voigt's *Magazin*, B. 7, S. 5., beschreibt Herr Dr. Nordhof, Arzt zu Melle im Osnabrückischen, einige ohne Prisma wahrzunehmende Farbenerscheinungen, die denen, welche das Prisma giebt, wenn man dadurch dunkle Gegenstände auf hellem, oder helle Gegenstände auf dunkeln Grunde betrachtet, völlig analog sind.

Um diese Erscheinungen hervor zu bringen, darf man nur, indem man z. B. die horizontale Sprosse eines ins Freie gehenden Fensters betrachtet, vermittelt eines vor die Stirn gehaltenen dicken undurchsichtigen Papiers, (oder auch mit der bloßen vor die Stirn gelegten Hand,) das Gesichtsfeld von oben herab begrenzen, so daß der helle Zwischenraum zwischen dem Rande des Papiers oder der Hand und dem der Fenstersprosse nur einige Linien breit erscheint. Man wird dann die Sprosse oben

mit einem blauen, unten mit einem gelben Rande umgeben sehen, eben so, wie wenn man sie durch ein Prisma, den brechenden Winkel desselben nach unten gekehrt, betrachtet hätte, nur daß die Farben nicht so lebhaft sind; auch wird man nichts von dem rothen und violetten Rande gewahr, den man durchs Prisma noch neben dem gelben und blauen Rande erblickt. Begränzt man das Gesichtsfeld auf die angezeigte Art von unten herauf, so zeigen sich die Ränder umgekehrt, und so, wie durchs Prisma, wenn man den brechenden Winkel nach oben kehrt. Vertical stehende Sprossen durchs Prisma, so daß der brechende Winkel nach der linken Seite gekehrt ist, betrachtet, zeigen Erscheinungen, die denen analog sind, welche durch die Begränzung des Gesichtsfeldes von der Rechten nach der Linken zu entstehen, und dasselbe findet auch bei der umgekehrten Lage des Prisma und der Begränzung des Gesichtsfeldes von der Linken zur Rechten Statt.

Herr D. Nordhof wendet auf diese Erscheinungen die von Herrn von Göthe in seinen Beiträgen zur Optik gewählte Ansicht der durchs Prisma wahrzunehmenden farbigen Ränder an, nach welcher die an die verschiedenen Seiten des Hellen oder Dunkeln fallenden Farbensäume als zwei entgegen gesetzte Pole betrachtet werden, wovon der eine immer den andern, wie sich Herr D. Nordhof ausdrückt, hervor ruft. Diese Art, die Phänomene zu bezeichnen, kann, wofern diese nicht

gewisser Maßen isolirt werden sollen, für nichts weiter gelten, als für eine in metaphorische Redensarten eingekleidete Darstellung der Erscheinungen selbst, und des steten Beisammenseyns zweier farbigen Ränder. Sollen die Erscheinungen aber erklärt werden, so muß der Zusammenhang derselben *) mit dem allgemeinen Phänomene der Zerlegung des Lichts durchs Prisma dargezhan werden. Denn, wie Haüy sehr richtig in der Einleitung zu seiner Physik bemerkt, „*le but d'une théorie est de lier à un fait général ou au moindre nombre de faits généraux possible tous les faits particuliers, qui en dependent.*“

Dafs nun auf diese Weise die Erscheinungen der gefärbten Ränder durchs Prisma nicht allein von Newton selbst, sondern auch von denen, die mit seiner Theorie vertraut waren, genugthuend erklärt worden sind, hat der verewigte Gren schon längst erinnert; **) er selbst hat die von verschiedenen Umständen abhängenden Modificationen in den Erscheinungen, so wie sie Herr von Göthe beschrieben hat, aus eben der Newtonischen Farbentheorie deutlich entwickelt.

Was jetzt die von Herrn D. Nordhof beschriebenen Phänomene betrifft, so hat Newton ihrer gleichfalls schon erwähnt, und sie mit seiner

*) Das heißt, der durch das Prisma wahrgenommenen.
d. H.

**) *Neues Journal für die Physik*, B. 7, S. 3.

Theorie in Verbindung gebracht. Denn gleich nach der Stelle seiner Optik, *) wo er von den farbigen Rändern, die man durchs Prisma wahrnimmt, handelt, heisst es: „Porro quod de coloribus, quos „prismata exhibeant, dictum est, idem facile de „coloribus, quos telescopiorum microscopiorum „vitra, vel etiam oculi ipsius humores exhibeant, „intelligi poterit. Etenim si vitrum objectivum te- „lescopii crassius sit ab una parte quam ab altera, „vel si dimidia pars vitri, vel *dimidia pars pupillae* „oculi, corpore aliquo opaco obtegatur: utique id „vitrum objectivum vel ea ipsius pars, *oculive pu- „pillae pars*, quae non sit obtecta, considerari po- „terit ut cuneus lateribus curvis. Omnis autem „cuneus e vitro vel ex alia ulla materia pellu- „cida, eundem, ac prisma, in refringendo lumine „inter transmittendum, effectum obtinet.“ Die Richtigkeit der hier von Newton gegebenen Erklärung wird man nicht in Zweifel ziehen, sobald man jemanden den von Herrn D. Nordhof beschriebenen Versuch machen lässt, und auf das, was in dessen Auge vorgeht, Acht hat. Denn es zeigt sich alsdann, dass der Schatten des Papiers oder der Hand mehr als die Hälfte der Pupille bedeckt; weshalb nur auf einen Theil der KrySTALLINSE, welcher als ein Prisma mit krummen Seitenflächen angesehen werden kann, Strahlen fallen können. **)

*) Optices, Lib. I, Part. II, Prop. VIII.

**) Wäre es die Meinung Newton's in der eben

Es kommt hierbei aber noch ein Umstand in Betracht, welcher den Grund enthält, warum man gerade in diesem Falle gefärbte Ränder wahrnimmt, und sonst nicht. Dies ist die auch über den unbeschatteten Theil des Auges sich gleichförmig erstreckende Erweiterung der Pupille, welche dadurch, daß einem beträchtlichen Theile des Au-

angeführten Stelle, daß eine sphärische Glaslinse, oder daß die brechenden Feuchtigkeiten im Auge; dadurch, daß man die Hälfte der Linse oder der Pupille mit einem dunkeln Körper bedeckt, einem Prisma in Hinsicht der Strahlenbrechung ähnlicher würden, als sie es zuvor waren, und daß deshalb in ihnen Farbenerscheinungen eintreten oder sichtbar werden könnten, die zuvor nicht Statt fanden oder nicht wahrzunehmen waren; — so ist, wenn ich mich nicht sehr irre, der große tief denkende Mann hier in einem leichten Irrthume in einer Nebensache, auf die es, wie es mir scheint, in dieser Stelle nicht ankam. Denn offenbar will Newton in ihr nichts weiter sagen, als daß daraus, daß und wie beim Brechen der Lichtstrahlen im Prisma Farben entstehen, auch die Farben bei der Brechung durch sphärische Gläser oder im Auge, (wenn solche da ist,) sich erklären lassen, da man sich diese wie Prismen mit krummen Flächen denken könne. Ein Schnitt senkrecht durch die Achse der Linse hat die Gestalt zweier unendlich kurzer Prismen mit convexen Seiten und entgegen gesetzt gekehrten brechenden Winkeln, und also unendlich vieler Prismen mit ebenen Seiten, von unendlich viel brechenden Winkeln der Art, daß sie parallele Strahlen alle nahe in einem Punkte

ges das Licht entzogen ist, verursacht wird, und die man gleichfalls in des Versuchanstellers Auge bemerken kann. Dadurch tritt beim Auge eben der Fall ein, wie bei einem gemeinen Fernrohre, bei welchem die Oeffnung des Objectivs zu groß ist. *)

zusammen brechen, diejenigen so wohl, deren brechender Winkel homolog, als die, bei denen er entgegen gesetzt liegt. Die ganze Linse läßt sich durch Umdrehung dieses Schnitts um die Achse entstanden denken. Hierauf beruht die Vergleichung der Linse mit dem Prisma; hieraus erhellt aber auch, wenn ich mich nicht irre, daß es in den Farbenerscheinungen durch Brechung in einer Linse keinen wesentlichen Unterschied machen kann, ob die Hälfte derselben bedeckt wird oder nicht. In beiden Fällen wird die krummlinige Begränzung des Gesichtsfeldes am Rande der Linse mit farbigen Säumen, und zwar unter einerlei Umständen mit Farbenrändern von einerlei Art erscheinen, im zweiten Falle aber die geradlinige, durch den Mittelpunkt der Linse gehende Begränzung entweder ganz farbenlos oder höchst wenig violett erscheinen müssen, sie begränze das Gesichtsfeld von unten oder von oben her. Und ist das richtig, wie mir es scheint, so möchte der Nordhof'sche Versuch schwerlich dazu dienen können, eine Strahlenbrechung im Auge zu bewähren; vielmehr aus andern Gründen, als den von dem scharfsinnigen Verfasser dieses Aufsatzes hier angegebenen, abzuweisen seyn.

d. H.

*) Doch nur, im Falle das Auge nicht vollkommen achromatisch wäre.

d. H.

Man darf hieraus nicht etwa die Folge ziehen wollen, daß wir des Abends beim Kerzenlichte, welches ungleich schwächer als das Sonnen- oder Tageslicht, und wo also die Pupille gleichfalls erweitert ist, auch farbige Säume an den Gegenständen wahrnehmen müßten, welches doch nicht der Fall ist. Denn wenn auch das Kerzenlicht in Farben zerlegt wird, so sind doch diese in eben dem Grade schwächer, als das Kerzenlicht schwächer als das Sonnenlicht ist. Man kann sich sehr leicht davon überzeugen, wenn man des Abends das durch die Brechung des Kerzenlichts im Prisma hervor'gebrachte Farbenbild *) in eine schattige Stelle des Zimmers fallen läßt, und es mit einem weißen Papiere auffängt, da dann die Farben bei weitem so lebhaft nicht sind, als wenn man den Versuch beim Sonnenlichte anstellt. Diese Schwäche der Farben des Kerzenlichts macht die davon im Auge entstehenden Farbensäume an den Gegenständen für unsre Empfindung unmerklich. **)

Uebrigens erhellt aus dem Beigebrachten, daß die Regenbogenhaut für das Auge eben das, was die Blendung bei einem Fernrohre ist, daß ihr also Herr Sömmering den Namen der Blendung sehr schicklich beigelegt hat.

*) Es fehlen in diesem Farbenbilde die rothe, blaue und violette Farbe. Die Ursache davon ist leicht anzugeben. M.

**) Hierin kann ich dem Herrn Verfasser nicht ganz beistimmen. d. H.

Ich muß noch eines Umstandes erwähnen, den Herr D. Nordhof nicht berührt hat, und der wohl Manchem, der den von ihm beschriebenen Versuch anstellt, auffallen könnte. Dies ist der Halbschatten, welchen man an dem vor das Auge gehaltenen undurchsichtigen Gegenstände wahrnimmt. Er rührt von den Zerstreungskreisen auf dem Boden des Auges her, in welche sich die Bilder von den Punkten des Randes des zu nahe ans Auge gebrachten Körpers ausbreiten. *) Dieser Halbschatten breitet sich über die ganze Fenstersprosse zu beiden Seiten aus, und macht, daß sie dunkler und mit bestimmtem Umriss erscheint. Auch trägt er dazu bei, daß man den schwächern blauen Farbenraum wahrnimmt. Denn das Gelbe ist für sich schon lebhaft genug, um empfunden zu werden.

Das Resultat nun, welches aus dem Obigen hervor geht, ist, daß das Auge nicht in dem Sinne achromatisch ist, wie Euler glaubte, **) und daß

*) Jurin in Smith's *Lehrbegriff der Optik*, S. 485 491 der Kästnerischen Bearbeitung. M.

**) Ich glaube schon oben, S. 332, Anm., es sehr zweifelhaft gemacht zu haben, daß der Nordhof'sche Versuch eine im Auge vorgehende Farbenzerstreuung darzuthun vermöge: daher möchte ich diesen Schluß nicht anerkennen, selbst wenn sich auf keine Art angeben liesse, woher in dem Nordhof'schen Versuche die farbigen Ränder rühren. Das scheint mir aber überdies mit ziemlicher Zuverlässigkeit sich nachweisen zu lassen. Sie entstehn nicht durch Bre-

die Hypothese, welche Hube im 29ten Briefe
des dritten Bandes seines schätzbaren Unterrichts
in

chung. wie Herr Dr. Nordhof und der Herr Verf.
deshalb als ausgemacht anzunehmen scheinen, weil
sie in ihnen dieselbe Regel wie in den farbigen
Rändern im Prisma zeigt; sondern sie entstehen
durch *Beugung* des Lichts, zwischen zwei dun-
keln durch gerade und parallele Linien begränzten
Körpern, dem Rande der horizontalen Fensterleiste
und dem Rande des horizontal gehaltenen Papiers.
Dass zwischen zwei solchen parallel einander sich
nähernden Körpern eine Farbenzerstreuung durch
Inflexion vor sich gehe, zeigten schon die Farbsen-
säume in Grimaldi's Versuchen, welche New-
ton zwar weiter verfolgt hat, mit welchen er aber,
weil er einen sehr einfachen Umstand über sah,
nicht ganz auf das Reine gekommen ist. Der Le-
ser wird in einem der folgenden Stücke der An-
nalen eine neue und glücklichere Bearbeitung
dieses Theils der Optik, durch einen englischen
Physiker, finden. Aus den von diesem entwickel-
ten Gesetzen der Beugung des Lichts, scheint mir
der Nordhofsche Versuch sich genügender erklä-
ren zu lassen, so weit ich darüber nach einer flüch-
tigen Uebersetzung urtheilen kann; und zwar auch
der von dem Herrn Verfasser dieses Aufsatzes
nicht berührte Umstand, dass die das Auge be-
gränzende Schneide, (z. B. die Hand oder das
Papier, ebenfalls mit farbigem Rande, und zwar
mit röthlichen Farben erscheint, sie mag das Auge
von unten oder von oben her begränzen. (Voigt's
Magazin, B. 7, S. 55.) d. H.

in der Naturlehre zum Behufe der Farbenlosigkeit des Auges aufstellt, wohl nicht gegründet ist.

Euler's Hypothese wurde schon von d'Alembert in Zweifel gezogen. Er erklärt sich darüber in der Vorrede zum 3ten Bande seiner *Opuscules*, und giebt nachher im dritten Kapitel des 16ten *Mémoire* die Bedingungsgleichung für die Aufhebung der Farbenzerstreuung im Auge. Er braucht sie aber selbst nicht, sondern zeigt aus andern Gründen, daß die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung im Auge als unmerklich betrachtet werden könne. Dasselbe Resultat bringt Maskelyne *) durch eine Berechnung der Farbenzerstreuung selbst, wobei sich freilich manches erinnern liesse, heraus.

*) *Philosoph. Transact.*, Vol. LXXIX, übersetzt in *Gren's Journal der Physik*, B. II, S. 370.

die H
des

[338]

VI.

*Einiges über die Luftfahrt des Grafen
Zambecari in Bologna, nach Augenzeugen. *)*

Francesco Zambecari, aus einer der vornehmlichen Familien Bologna's, aber nicht von den gewöhnlichen Vermögensumständen, worin sich andere Glieder derselben befinden, hatte sich von Jugend auf dem Studium der Wissenschaften gewidmet, und vorzugsweise der Physik, Chemie und Mathematik, wahrscheinlich mit der Aussicht, künftig eine der Lehrstühlen in diesen Fächern auf der Universität seiner Vaterstadt zu erlangen. Er hielt sich zu dem Ende mehrere Jahre lang im Auslande, besonders in London, auf, wo er sich unter Anleitung der ausgezeichnetsten Gelehrten zu dieser Laufbahn bildete.

Schon vor mehrern Jahren ging er mit dem Gedanken um, eine Lenkungsmethode für die Aerostaten zu erfinden; doch erst im Jahre 1803 gelangte er zur Ausführung seiner Ideen. In Bologna selbst

*) Zusammen gezogen aus *Italien, eine Zeitschrift von zwei reisenden Deutschen*. Heft 6, Berlin 1804, S. 200 — 220. Die Absicht und die Zurüstung des Aeronauten, welche wir aus diesem Aufsatze kennen lernen, verdienen in den *Annalen der Physik* aufbewahrt zu werden.

d. H.

hatte man zwar, wie es schien, im Allgemeinen weder eine große Idee von seinen physikalischen Kenntnissen, noch viel Hoffnung von dem Gelingen seines Plans. Gleichwohl fand er unter seinen Verwandten und Freunden noch genug Beförderer seines Unternehmens, und erhielt von ihnen, da es ihm selbst an Mitteln fehlte, durch freiwillige Beisteuer unter dem Namen eines Anlehns hinlängliche Vorschüsse, um den Bau der Maschine, deren Kosten er zu 6000 Rthlr. anschlug, anzufangen und zu vollenden; und in einem großen Theile Italiens nahm man an der Ausführung des merkwürdigen Projects, eines willkürlich zu lenkenden Luftballons, den lebhaftesten Antheil. Graf Zambeccari liefs an dem Ballon und den Instrumenten ununterbrochen, vom Mai bis zum August arbeiten, und bestimmte endlich seinen Aufzug auf einen der letzten Tage im Monat August. Schon hatten sich alle Zuschauer in dem dazu errichteten Amphitheater versammelt, und die Füllung des Ballons begann, aber plötzlich fehlte es an den nöthigen Materialien zur Gasentwicklung, mit welchen er sich, aus einem Fehler in der Berechnung, nicht hinlänglich versehen hatte. Die Arbeit gerieth ins Stocken, und für dieses Mal war das Aufsteigen des Ballons unmöglich. Die Zuschauer wurden entlassen, und auf einen spätern Zeitpunkt vertröstet. Blofs der Fremden, versichert Graf Zambeccari, denen er das Eintrittsgeld auf ihr Verlangen wieder gegeben habe, wären ge-

gen 16000 gewesen. Beim Zurücksinken der aufgeblasenen Seide war der Firniss hier und da gesprungen und der Stoff zerrissen; dieses machte eine Ausbesserung des ganzen Ballons nöthig, weshalb der Tag des Aufsteigens erst auf den 25ten Sept. angesetzt wurde; doch mußte Zambeccari den Termin abermahls auf den 5ten October, und dann wieder auf den 7ten Oct. hinaus schieben, und nur erst ging die Luftfahrt wirklich vor sich.

Zambeccari ging bei seinem Plane zur Lenkung der Aerostaten von dem Gedanken aus, daß in den höhern Regionen sehr verschiedene Windstriche zu herrschen pflegen; es komme daher, glaubte er, nur darauf an, daß man den Aeronauten in den Stand setze, nach Willkühr auf- und abzustiegen, um den ihm günstigen Wind aufzufinden und zu benutzen. Und dieses wollte er vermittelst einer Montgolfière und zweier großer Flügel oder Lufruder bewirken.

Sein *Aerostat* war aus Streifen weissen und grünen Taffets zusammen genäht, und mit Copalfirniss überzogen. Er hatte 39' 9" par. (34' bologneser) Maass im Durchmesser, und es waren dazu 1536 bologn. Ellen 28 Zoll breiten Taffets und 140 Pfund Firniss gebraucht worden. Das brennbare Gas sollte durch zwei an der Seite angebrachte Schläuche hinein geleitet werden. Das starke Netz, welches die ganze Ladung zu tragen bestimmt war, lag auf der obern Hälfte des Ballons. Es hatte in der grössten Ausdehnung 128 Maschen; diese liefen durch

vier kleinere Reihen vermindert herab, bis sich die letzten in 16 Punkten endigten, an denen eben so viele Stricke hingen, welche unten in einiger Entfernung einen $4\frac{1}{2}$ Fuß weiten Ring trugen. Dadurch entstand unter dem Aeroſtaten innerhalb des Netzes und der Seile ein conischer Raum. Ihn füllte die *Montgolfière* aus; ein gleichfalls aus Seidenzeug genähter Sack, dessen offnes engeres Ende nach unten gekehrt, [und der hier, wie es scheint, um den Ring genäht] war. Bei einer Höhe von $13' 8''$ hatte dieser Sack an seinem Boden $19' 4''$ (altes bologn. Maas) im Durchmesser. An einer Kette, die durch den Boden der *Montgolfière* ging, und um einen Flaschenzug an der untern Spindel des Aeroſtaten lief, wurde eine Weingeistlampe genau in die Mündung der *Montgolfière* gehängt. Diese Lampe hatte die Gestalt eines Ringes, dessen innerer leerer Zwischenraum 1 Fuß betrug, faßte 24 Pfund Weingeist, und ließ sich vermittelst des Flaschenzugs beliebig auf- und ablassen. Weingeist nahm Zambecari, weil er am leichtesten zu entzünden ist, auch in den höhern Regionen nicht friert. Drei in einem Punkte sich vereinigende Arme, welche die Lampe trugen, waren am innern Rande angelöthet; am äußern befanden sich 32 mit Handhaben versehene Klappen, vermittelst deren der Weingeist an gegebenen Stellen sich auslöschte, und die Hitze sich reguliren ließ. Zambecari hatte berechnet, daß, wenn er alle 32 Klappen öffnete, die *Montgolfière* durch die große

gen 16000 gewesen. Beim Zurücksinken der aufgeblasenen Seide war der Firniß hier und da gesprungen und der Stoff zerrissen; dieses machte eine Ausbesserung des ganzen Ballons nöthig, weshalb der Tag des Aufsteigens erst auf den 25ten Sept. angesetzt wurde; doch mußte Zambeccari den Termin abermahls auf den 5ten October, und dann wieder auf den 7ten Oct. hinaus schieben, und nur erst ging die Luftfahrt wirklich vor sich.

Zambeccari ging bei seinem Plane zur Lenkung der Aerostaten von dem Gedanken aus, daß in den höhern Regionen sehr verschiedene Windstriche zu herrschen pflegen; es komme daher, glaubte er, nur darauf an, daß man den Aeronauten in den Stand setze, nach Willkühr auf- und abzustiegen, um den ihm günstigen Wind aufzufinden und zu benutzen. Und dieses wollte er vermittelt einer Montgolfière und zweier großer Flügel oder Lufruder bewirken.

Sein *Aerostat* war aus Streifen weissen und grünen Taffets zusammen genäht, und mit Copalfirniß überzogen. Er hatte 39' 9" par. (34' bologneser) Maass im Durchmesser, und es waren dazu 1536 bologn. Ellen 28 Zoll breiten Taffets und 140 Pfund Firniß gebraucht worden. Das brennbare Gas sollte durch zwei an der Seite angebrachte Schläuche hinein geleitet werden. Das starke Netz, welches die ganze Ladung zu tragen bestimmt war, lag auf der obern Hälfte des Ballons. Es hatte in der größten Ausdehnung 128 Maschen; diese liefen durch

vier kleinere Reihen vermindert herab, bis sich
 die letzten in 16 Punkten entligten, an denen eben
 so viele Stricke hingen, welche unten in einiger
 Entfernung einen 4½ Fuß weiten Ring trugen. Da-
 durch entstand unter dem Aeroſtaten innerhalb des
 Netzes und der Seile ein conischer Raum. Ihn
 füllte die *Montgolfière* aus; ein gleichfalls aus Sei-
 denzeug genähter Sack, dessen offnes engeres Ende
 nach unten gekehrt, [und der hier, wie es scheint,
 um den Ring genäht] war. Bei einer Höhe von
 13' 8" hatte dieser Sack an seinem Boden 19' 4"
 (altes bologn. Maas) im Durchmesser. An einer
 Kette, die durch den Boden der *Montgolfière* ging,
 und um einen Flaschenzug an der untern Spindel
 des Aeroſtaten lief, wurde eine Weingeistlampe ge-
 nau in die Mündung der *Montgolfière* gehängt.
 Diese Lampe hatte die Gestalt eines Ringes, dessen
 innerer leerer Zwischenraum 1 Fuß betrug, faßte
 24 Pfund Weingeist, und ließ sich vermittelst des
 Flaschenzugs beliebig auf- und ablassen. Weingeist
 nahm Zambecari, weil er am leichtesten zu
 entzünden ist, auch in den höhern Regionen nicht
 friert. Drei in einem Punkte sich vereinigende Ar-
 me, welche die Lampe trugen, waren am innern
 Rande angelöthet; am äußern befanden sich 32
 mit Handhaben versehene Klappen, vermittelst de-
 ren der Weingeist an gegebenen Stellen sich auslö-
 schen, und die Hitze sich reguliren ließ. Zam-
 becari hatte berechnet, daß, wenn er alle 32
 Klappen öffnete, die *Montgolfière* durch die große

Hitze der Lampe eine Steigkraft von 50 Pfund erhalten müsse.

Zum Aufenthalte der Luftschiffer war die sogenannte *Gallerie* bestimmt, welche an dem Ringe unter der Montgolfière hing. Sie bestand aus drei starken Reifen von Buchenholz, die mit 16 gleich weit von einander entfernten Stricken an einander befestigt waren, und von denen der unterste doppelt und mit einem festen Geflechte oder Gitter von zolldicken Stäben, das der Gallerie zum Boden diente, versehen war. Durch einen offenen, kreisförmigen, 21 Zoll weiten Ausschnitt in der Mitte des Bodens sollten die Reisenden einsteigen, auch durch ihn eine freie Aussicht auf die Erde behalten, um ihren Flug über sie hin beobachten zu können. Um sie indess vor dem Schwindel zu bewahren, in den der Anblick des offenen Abgrundes leicht vor den Füßen auch den Unerfahrensten versetzen könnte, wurde der Boden noch mit einem dichten Netze bedeckt.

Jedes der beiden *Ruder* oder jeder *Flügel* bestand aus einem $6\frac{1}{2}$ Fuß langen, nach außen breiter werdenden, und mit einem gefirniften Segel von 15 Quadratschuh überspannten Rahmen, und ruhte in einem eisernen Ringe, mit horizontal liegenden Achsen, die sich in Pfannen drehten, welche am Rande der Gallerie angebracht waren. Durch diesen Ring war der cylindrische Stiel des Ruders gesteckt; und indem das Ruder in ihm um seine Achse drehbar war, der Ring selbst aber sich in der Vertical-

fläche drehte, konnte das Ruder in jede beliebige Lage gebracht, und in ihr in der Verticalfläche herauf und herab bewegt werden. Hierzu sollten sie hauptsächlich dienen; bei einer Windstille hätte sich indess der Ball vermittelt ihrer auch seitwärts in jede beliebige Richtung forttreiben, oder bei windigem Wetter eine kleine Zeit lang gegen den Wind auf derselben Stelle erhalten lassen. Sie sollten hierbei auf die Luft gerade so, wie die Schiffsruder gegen das Wasser wirken, und zu dem Ende nach jedem Schlage beim Zurückziehn so gedreht werden, daß sie die Luft mit der scharfen Seite durchschnitten. Zambecconi soll sich zuvor durch wiederholte Versuche von ihrer Tauglichkeit versichert, und gefunden haben, daß man ihre Kraft, bei richtiger Anwendung, auf 100 Pfund und mehr anschlagen könne. Da der Ballon, auch wenn der Montgolfière durch Auslöschn der Lampe alle Steigkraft benommen wurde, doch, ohne daß man Gas entweichen ließ, nicht tiefer herab sinken konnte, als bis dahin, wo er sich mit der atmosphärischen Luft im Gleichgewichte befand; so sollten die Ruder dann besonders in Wirkung gesetzt werden, um den Ballon noch tiefer herab zu treiben. Die horizontale Bewegung dachte Zambecconi durch eine schiefe Lage der Ruder zu erhalten, nach Art des Lavirens.

Unter den Instrumenten, welche Zambecconi an dem Ballon oder der Gallerie angebracht hatte, verdienen hier sein Anemometer und sein

Stoßquadrant (*quadrante a polso*) besonders beschrieben zu werden. Jenes sollte ihm dienen, die Geschwindigkeit des Ballons nach senkrechter, dieser, nach horizontaler Richtung zu messen.

Das *Anemometer* war eine Art von Schnellwage, deren Achse der Drehung sich am Rande der Gallerie in horizontaler Lage befand. Der kürzere, herausragende Arm der Wage trug eine horizontal liegende, 9'' lange und 6'' breite Ebene, die mit dem Gewichte am längern Arme, wenn es sich in der Mitte desselben befand, im Gleichgewichte war, dagegen bei der Bewegung des Ballons aufwärts oder herabwärts durch den Widerstand der Luft herunter oder herauf gedrückt wurde, mit einer Kraft, welche dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional war, und sich aus der Stelle ergab, auf die das Gewicht zu schieben war, um das Gleichgewicht zu erhalten. Eine Tabelle sollte die zu jedem Stande des Gewichts gehörige Geschwindigkeit zeigen, und *Zambecari* hoffte so noch eine senkrechte Geschwindigkeit von 3 Zoll in einer Secunde wahrnehmen zu können.

Der *Quadrant* hatte eine Handhabe, vermittlest deren er, den Bogen unterwärts gekehrt, in der senkrechten Ebene, in welcher der Ballon sich bewegte, so gehalten werden sollte, daß das Blei loth auf den Nullpunkt einspielte. Dann sollte man längs des auf 45° gestellten Diopternlineals nach der Erde herunter visiren, und den Gegenstand bemerken, den die Fäden der Dioptern durchschnit-

ten. Dieser Gegenstand mußte von der Vertical-
linie durch den Ballon auf der Erde, in der Rich-
tung des Flugs, um die Höhe entfernt seyn, in der
sich der Beobachter während der Beobachtung be-
fand. Hatte man nun diese mit dem Barometer ge-
messen, und bemerkte die Zeit, welche der Ballon
brauchte, bis jener Gegenstand senkrecht unter
ihm lag, so hatte man dadurch die horizontale Ge-
schwindigkeit des Ballons während dieser Zeit.

Um die Hebkraft des Ballons, während er an
der Erde mit einem Seile gehalten wurde, zu be-
stimmen, wollte sich Zambecari eines aus ei-
ner Stahlfeder verfertigten *Dynamometers* mit ei-
nem Zeiger und Zifferblatte bedienen.

Außerdem sollte noch in der Gallerie an Instru-
menten und Geräthschaften mitgenommen werden:
eine Magnetnadel; ein Luft- und Seherohr; (?)
ein Barometer; ein Thermometer; eine Secunden-
uhr; ein Erdglobus; ein geographisches Wörter-
buch in 2 Bänden; ein Anker mit Seil; eine Rolle
mit Seil, zum Herablassen der Reisenden; eine
Strickleiter; eine hölzerne Gelte, um sie auf Was-
ser schwimmend zu erhalten; ein Sprachrohr; eine
Seifenschachtel, um in der Höhe Seifenblasen zu
machen; ein kleiner Weingeistofen; eine kleine
Blendlaterne; ein Pfund Wachstlichter; ein Schrei-
bezeug, Federn und Federmesser; eine Schere;
ein Beutel mit Feuersteinen; Zunder und Schwe-
felsäden; eine Mappe mit Schreibpapier; eine Ta-

belle mit dem Verzeichnisse der Manoeuvres; eine Flinte; 2 Pfund Munition; und ein hölzernes Gefäß zum Aufbehalten vieler dieser Sachen.

Es betrug das Gewicht	Pfund
des Ballons mit den beiden Röhren	125
des Netzes sammt den Stricken	40
der Montgolfière	33
der Gallerie mit ihren Stricken und Netzen	85
der Lampe mit Kette und Flaschenzug	24
der beiden Ruder mit Zubehör	14
des Anemometers, des Quadranten und der übrigen vorhin genannten Instrumente und Geräthschaften	252
von 45 Maafs Weingeist in hölzernen Flaschen	69
der Lebensmittel an gebratnem Fleisch, Biscuit, Bouillontafeln, Chocolate, Rhum, Wasser, sammt Flasche und Gefäßen	120
das Gewicht von 3 oder 4 Aeronauten, welche die Reise zusammen antreten sollten, wurde angeschlagen zu	600 bis 700
das Gewicht ihrer Kleider zu	22
endlich sollte an Ballast in 100 Papiertüten, jede mit 5 Pfund Sand, mitgenommen werden	500
<hr/>	
giebt als die gesammte Belastung des Ballons ein Gewicht von	2000 bis 2084

Der Morgen des 7ten Octobers liefs sich neblig und zur Luftfahrt ungünstig an. Doch wurde der Graf Zambecari von dem Präfecten und den

andern Oberbehörden der Stadt ermahnt, mit der Ausführung seines Vorhabens nicht länger zu säumen, um dem Publicum keine Ursache zur Unzufriedenheit zu geben. Erst um halb ein Uhr Nachmittags fing man an mit der Füllung. Beim Einbruche der Nacht schien noch keine Hoffnung da zu seyn, daß der Aufflug würde vor sich gehen können, und viele Zuschauer entfernten sich, in der Ueberzeugung, sie würden wieder doch nur getäuscht werden. Nach Sonnen Untergang legte Zambecari seinen Luftreiseanzug an, zog unter Begleitung seiner Schwester und zweier Kinder in dem innern Kreise herum, und nahm von dem Volke Abschied. Bald darauf rief man durch Trompetens tößs das Volk zur Stille, und kündigte an, in einer Stunde werde der Ballon zum Aufsteigen bereit seyn. Diese Stunde wurde indeß ziemlich lange, und die Menge immer ungeduldiger, da die Luft sehr kalt und schneidend wehte. Endlich um halb zwölf Uhr sah man den Aeronauten mit seinen beiden Gefährten einsteigen, und der Ball stieg, am Seile gehalten, um einige Fufs, unter Zujuchzen der Zuschauer. Die Trompete erschallte wieder, und Zambecari sagte mit lauter Stimme: „Liebe Mitbürger, der Ball ist reisefertig, soll ich jetzt gleich, oder erst morgen auffahren?“ Einstimmig rief die ganze Menge: Morgen! Morgen! — „So erwarte ich euch hier früh um fünf Uhr beim Knalle der Kanone.“ — Und damit liefs er sich wieder herunter. In kurzer Zeit entfernten sich nun

fast alle Zuschauer. Indefs erhoben sich die Aeronauten um halb ein Uhr noch einmahl im Ballon, der am Seile gehalten wurde, um die Ruder zu versuchen, welche, wie es heißt, auch wirklich die beabachtigten Dienste im Heben, Sinken und Hin- und Herschwenken des Balls geleistet haben; sollen. Von dem Beifalle der wenigen Zurückgebliebenen immer mehr aufgefeuert, äußerte Zambecconi den Wunsch, sogleich aufzufiegen, weil bei der Durchdringlichkeit der Hülle für die brennbare Luft, der Ball, seiner Rechnung nach, in jeder Stunde 20 Pfund an Hebkraft verlieren, und dieses seine Reise am folgenden Morgen aufs neue verzögern würde. Ermuntert von den Umstehenden, die Frucht so langer Arbeit nicht wieder zu verlieren, ließ er den Ballon plötzlich wieder etwas steigen und rief herunter: „Lebt wohl, liebe Mitbürger! lebe wohl, mein Vaterland! — Laßt die Seile los und brennt die Kanone ab.“ — Das Aussprechen der letzten Worte, das Abfeuern der Kanone und das Emporfliegen des Ballons war eins. In kurzem verlor sich dieser in das Dunkel der Nacht; zwei brennende Laternen in der Gallerie sah man indess noch eine lange Strecke die Luft durchschimmern, und an ihnen bemerkte man, wie der Ball, der schon einen weiten Raum durchflogen hatte, wieder zu dem Punkte, von welchem er ausgegangen war, zurück kehrte. (?) Hierauf schwang er sich von neuem auf, und in einem Nu zu einer Höhe über den Wolken empor, so daß man alle Spur

von ihm aus den Augen verlor. Auf dem Rückwege, den er zuerst machte, bemerkte man deutlich das Flackern der beiden kleinen Lichter, deren Flammen mit wiederhohnten abgemessenen Stößen hin und her schwankten, (?) und man schloß daraus, daß das Rudern mit den beiden Flügeln gerade die Wirkung hervor bringe, welche Zambecari voraus gesagt und berechnet hatte. Die Montgolfière hatte er nicht angezündet. *)

Am Morgen erhielt man in Bologna die Nachricht von Kattelfranco, einem 12 Miglien, (3 geogr. Meilen,) entfernten Flecken, daß der Ballon um 1 Uhr mit Trompetenschall über diesen Ort hingeflogen sey. (?) — Briefe aus Venedig vom 15ten October sagen: „Nach der Erzählung der drei bologneser Luftschiffer, die hier in sehr schlimmen Umständen angekommen sind, empfanden sie, als sie sich kaum zu einer etwas beträchtlichen Höhe erhoben hatten, eine heftige Kälte, bald darauf einen Hang zum Erbrechen, ein schweres Athembohlen, und zuletzt eine Betäubung, die sie in einen tiefen Schlaf versenkte. Es war 2 Uhr, als sie am Rauschen der Wellen merkten, daß sie über das Meer verschlagen waren. — Wirklich fiel darauf der Ballon aufs Wasser, und sie mußten, um ihn

*) Sie sollte dem Ballon nicht von der Erde ab steigen helfen, sondern ihm erst in der Höhe, wo der Ballon sich mit der Luft in das Gleichgewicht gesetzt haben würde, wenn es nöthig wäre, mehr Steigkraft geben.

wieder in die Höhe zu bringen, die meisten ihrer Geräthschaften über Bord werfen. Nun erhob sich die Maschine aufs neue mit unglaublicher Schnelligkeit bis über die Wolken; allein nicht lange, so stürzte sie sich ahernahls in die Wellen. Jetzt blieb ihnen nichts übrig, als sich der Willkühr des Windes zu überlassen, der den Ball gleich einem Segel vor sich her trieb, und ihn bald in die Höhe hob, bald wieder unter Wasser tauchte. (?) So rangen sie 5 Stunden unaufhörlich mit dem Tode, und wurden in dieser Zeit von der Küste der Romagna bis nach der von Istrien hinüber getrieben; bis sie endlich Morgens um 8 Uhr, etwa 10 Meilen vom Hafen von Veruda, ein Schiff aufnahm. Kaum war die Maschine frei, so verlor sie sich wieder schnell in die Lüfte und war in wenig Minuten aus dem Gesichte.“ — — Dieses ist der unglückliche Ausgang eines physikalischen Versuchs, auf den ganz Italien begierig war. *)

*) Man vergleiche hiermit die genauere Nachricht von dem Besolge dieser nächtlichen Luftfabrt in den *Annalen*, XVI, 205. d. H.

VII.

Ueber die Zauberringe oder Hexenzirkel.

1. Von Will. Nicholson, (aus seinem *Journ. of nat. philos.*, q., Vol. 1, 1797, p. 546.) Zauberringe oder Hexenzirkel, auf englisch *Fairy Rings* genannt, sind eine eigne Erscheinung im Graslande. Sie bestehn entweder in einem Kranze von Grase, das sich durch schwelgerischen Wuchs vor dem übrigen auszeichnet, oder in einem runden Flecke, wo die Vegetation des Grases mangelhafter ist. Dafs dieser letztere Zustand dem erstern vorher geht, ist wohl so gut als ausgemacht. Man hat für diese Zauberringe zwei Ursachen angegeben: einmahl nämlich Erdschwämme, die sich unter dem Boden verbreiten, eine Ursache, welche nicht zu bezweifeln ist; zweitens hat man gemeint, dafs, der Theorie nach, eine Explosion des Blitzes auf dem Erdboden eine ähnliche Wirkung müsse können hervor bringen, als Priestley durch Entladung einer Batterie auf der polirten Oberfläche einer Metallplatte entstehn sah, nämlich eine Menge von concentrischen Ringen. Einige von mir schon längst gemachte Beobachtungen scheinen es zu bestätigen, dafs das letztere wirklich zuweilen der Fall ist.

Den 19ten Jun. 1781 zog ein heftiges Gewitter über den westlichen Theil von London. Ich war zu Battersea, und bemerkte, dafs die Blitze, die sehr stark und sichtbar waren, sich häufig an

ihrem untern Ende zerspalteten, aber niemahls an ihrem obern Ende, woraus man folgern konnte, daß sich die Wolken, die meiste Zeit hindurch, in einem positiven Zustande befanden. Den 24sten Junius, also 4 Tage nachher, besuchte ich zufällig den Park zu Kensington, und bemerkte hier in allen Theilen des weitläufigen Gartens Spuren des Blitzes. Das Gras war nämlich häufig in zickzackigen Streifen gebleicht, von denen einige 50 bis 60 Yards lang waren. Ein dergleichen Hinschlängeln des Blitzes über die Oberfläche des Bodens hin, ehe er in die Erde hinein fährt, fällt sehr häufig vor. Am meisten zog indess meine Aufmerksamkeit eine kleine Gruppe von Bäumen, an der Spitze des Winkels, den ein Gang mit dem andern machte, auf sich. Fig. 4, Taf. III, stellt einen Theil dieses Gartens, und darin *A* die erwähnte Winkelspitze vor. In Fig. 5 sieht man die Stellung der Bäume. Die Zahlen geben die Entfernungen der Bäume von einander in Füssen an.

Dicht am Stamme des Baumes *A* war in dem Boden ein nach Süden laufendes, 4 Zoll langes und 2 Zoll breites Loch, zwei Fuß weiter nach Süden, ein ähnliches Loch, und zwischen beiden der Boden zerrissen, wie das in Fig. 6 dargestellt ist, wo *A* den Stamm des Baumes vorstellt. In einer Entfernung von ungefähr 3 Fuß rings um diesen Baum herum, war das Gras sehr stark versengt und in diesem Umkreise befanden sich noch mehrere kleinere Löcher.

Nahs

Nabe am Stamme des Baumes *B* war an der Südseite auch ein Loch im Boden.

Eben so dicht am Baume *C*, nur dafs hier das Loch mit einem kleinen runden Flecke von verbranntem Grase umgeben war; doch hatte das schon wieder gewachsene Gras diesen Ring schon etwas unmerklich gemacht, so dafs er wahrscheinlich nicht von dem jetzigen, sondern von einem frühern Gewitter herrührte.

Den Baum *D* fand ich mit einem Ringe umgeben, der 18 Zoll Breite hatte und dessen Radius 6 Fuß betrug. Innerhalb des Ringes stand das Gras ganz frisch, aber im Umkreise des Ringes selbst waren Gras und Boden stark verbrannt. Oestlich von dem Baume befanden sich im Ringe selbst zwei Löcher, worin die Erde wie Asche ausah.

Der Baum *E* hatte einen halben, wenig merklichen Ring gegen Westen.

Auch der Baum *F* war mit einem wenig merklichen Ringe von 2 Fuß Radius umgeben, und das Gras innerhalb desselben unbeschädigt. Westlich, ungefähr 3 Fuß von diesem innern Ringe entfernt, zeigte sich ein Theil eines andern sehr ähnlichen Ringes. Das Grün war zwischen diesen beiden Ringen unverletzt.

Es kam mir vor, als wenn die Blätter der Bäume etwas gekräuselt ausfahen; aber ich konnte keine vom Blitze getroffenen Aeste entdecken: ein Umstand, der, mit den andern Thatfachen zusam.

angenommen, anzudeuten schien, daß diese Erscheinungen durch das neuliche Gewitter vom 19ten Junius hervor gebracht waren.

2. Aus dem *Monthly Magazine*, April 1803. (Vol. 15, No. 99, p. 219.) So annehmlich die scharfsinnige Hypothese des Dr. Darwin über die Entstehung der Zauberringe durch Electricität den theoretischen Physikern auch scheinen mag, so wenig wird doch durch sie das Phänomen gehörig erklärt.

Es wird in ihr angenommen, Feuchtigkeit ziehe den Blitz zum Grafe herab; es finden sich aber Zauberringe an völlig trockenen Orten. — Ferner soll die von der Nässe angezogene Wolke cylindrisch oder conisch werden, und der electriche Strom an ihrer Aussenfläche herab fahren, und einen kreisförmigen Ring einbrennen, einen sogenannten Hexenkreis; aber statt immer rund zu seyn, sind die Hexenkreise vielmehr von sehr verschiedener Form, bald Kreise, (wiewohl selten ganze,) bald Segmente, mitunter auch unregelmäßige Flecke. — Dabei verändern sie allmählig ihre Gestalt und Lage, und es läßt sich bei mehreren sehr deutlich wahrnehmen, daß sie jährlich gröfser werden. Dieses Entstehen aus einem kleinen Flecke ist ein vorzüglich starkes Argument dagegen, daß der Blitz sie bilden soll. — Der

Blitz soll den Rasen in diesen Ringen calcinirt haben; dann müßten sich aber nothwendig auch Spuren des Blitzes in der Erde unter dem Torfe finden, welches nicht der Fall ist, wie man sich durch sorgfältige Nachsuchungen überzeugt hat.

Doch statt weiterer Widerlegungsgründe stehe hier eine Stelle, die sich in des sel. Dr. Withering sehr genauem botanischen Werke am Ende seiner Beschreibung des *Agaricus orcadæ* findet, worin das Phänomen der Zauberringe auf eine weit genüendere Art erklärt wird.

„Ich bin überzeugt,“ sagt er, „dass die schlecht bewachsenen braunen oder die stark bewachsenen grünen Kreise auf den Weideplätzen, welche man Zauberringe nennt, durch das Wachsen dieses *Agaricus* bewirkt werden. Wir haben in Edgbaston Park, neben einem Felde, das nach Südwest zu geneigt ist, mehrere solcher Zauberringe von verschiedener Gestalt. Der größte, der 18 Fuß im Durchmesser hat und ungefähr eben so viele Zolle an Umfang breit ist, wo die *Agarici* wachsen, besteht seit mehrern Jahren, am Abhange eines daran stossenden Weideplatzes, der nach Süden liegt, und wo der Boden grober Sand ist. Die größern Kreise sind selten vollständig; der hier erwähnte ist etwas mehr als ein halber Kreis, doch die Figur nicht genau. Wenn man da, wo der Ring braun und fast ganz kahl ist, den Boden etwa 2 Zoll tief aufwühlt, so finden sich gräulich-weiße Knötchen

(*Spawn*) dieses Schwammes; an den Stellen dagegen, wo das Gras wieder grün und geil wächst, fand ich unter der Erde nie etwas von diesem Schwamme. Eine ähnliche Art, zu wachsen, findet bei einigen lederartigen Lichens, besonders bei *Lichen centrifugus*, Statt, welches sich von einem Mittelpunkte nach dem Umfange zu verbreitet, und in der Mitte allmählig abstirbt; eine Bemerkung, die schon Linné gemacht hat, und welche gleichfalls von der Art des Wachsthums des *Agaricus orcadæ* im Allgemeinen gilt:

VIII.

P R O G R A M M

*der batavischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Harlem für das Jahr 1804. *)*

Die Gesellschaft hielt am 26ten Mai zum 52ten Male ihre außerordentliche jährliche Sitzung. Der präsidirende Director J. Teding van Berkhout eröffnete sie mit einem Berichte über die Abhandlungen, welche die Gesellschaft seit ihrer letzten jährlichen Sitzung erhalten hatte. Aus diesem Berichte ergab sich Folgendes:

1. Die erste Preisfrage betraf die *Naturgeschichte und physische Beschreibung der Wallfische*, so fern sich daraus *Aufklärung über die Orte, wo diese Thiere sich jetzt befinden, und über die leichtesten und zuverlässigsten Mittel ziehen läßt, die schon üblich oder erst anzuwenden sind, um die Wallfische sogleich zu tödten und sich ihrer auf das schnellste und sicherste zu bemächtigen*. Auf diese Frage ist eine Abhandlung in holländischer Sprache mit der Devise aus Pope: *Grant that the powerfull etc.*, eingelaufen. Es wurde einstimmig beschlossen, das Verdienst derselben in diesem Programme anzuerkennen, und dem Verfasser bekannt zu machen, daß man die Absicht habe, sie bei einer der nächsten außerordentlichen Sitzung zu krönen, wenn er sie in einigem, was man darin vorzüglich vermißt, wird vervollkommen haben, wotüber er bei dem Sekretär der Gesellschaft auf eingegebene Adresse, Auskunft erhalten kann.

*) Man findet es hier ganz vollständig und unabgekürzt, weil die Gesellschaft dieses wünscht, d. H.

2. Auf die Preisfrage: *Welches Licht haben die Entdeckungen der Zersetzung des Wassers und der atmosphärischen Luft über die Art verbreitet, wie die Pflanzen ihre Nahrung erhalten; und was lässt sich daraus zur Verbesserung der Kultur nützlicher Pflanzen folgern?* war eine deutsch geschriebene Abhandlung mit dem Motto *Geo. etc.*, eingegangen. Man fand sie zu oberflächlich und für den Zweck der Frage zu ungenügend, als dass sich ihr der Preis hätte zuerkennen lassen, und beschloss, die Frage noch ein Mal aufzugeben, so dass die Abhandlungen vor dem 1ten Nov. 1805 einzusenden sind. Die Gesellschaft bemerkt zugleich, sie wünsche, dass man in der Beantwortung dieser Frage mehr das berücksichtige, was sie von allem, was ihr vorgelegt wird, fordert, nämlich Klarheit und Kürze in Vortrage, und eine genaue Absonderung dessen, was dargethan ist, von dem, was bloße Hypothese ist, damit man den gegenwärtigen Zustand unsrer Kenntnisse über diesen Gegenstand deutlich übersehen könne; und dass man über dies zeige, was sich daraus für Aufklärungen schöpfen lassen.

3. Die Preisfrage: *Wie weit kennt man, nach den neuesten Fortschritten in der Physiologie der Pflanzen, die Art, wie die verschiedenen Düngungsmittel für verschiedenen Boden die Vegetation der Pflanzen befördern, und was folgt daraus für die Wahl des Düngers und für die Fruchtbarmachung unbebauter und dürerer Ländereien?* hat nur Einen Beantworter gefunden. Man urtheilte, dass die holländisch geschriebene Abhandlung, deren Devise ist: *Cognitio contemplativa etc.*, keine Rücksicht verdiene, weil sie zeigt, dass ihr Verfasser mit den neuesten Entdeckungen über diesen Gegenstand unbekannt ist, und beschloss, die Frage zu wiederholen. Die Abhandlungen sind vor dem 1ten Nov. 1805 einzusenden.

4. Auf die Frage nach den *phyfischen Gründen*, aus welchen der Rauch in den Schornsteinen aufsteigt, und einer darauf gegründeten *Theorie des Schornsteinbrues*, und der *Verbesserung rauchender Schornsteine*, waren drei Abhandlungen eingegangen: zwei deutsche mit den Devifen: *Simplex sigillum veri*, und: *Zum allgemeinen Besten*, und eine holländische mit der Devife: *Hy die door rook etc.* Keine von allen dreien wurde des Preifes würdig befunden.

5. In ihren gewöhnlichen Sitzungen waren der Gesellschaft zum Drucke in ihren Schriften vorgelegt, und von ihr gebilligt worden: a. Eine Beschreibung einer sehr besondern Eisenmasse, die man im südlichen Afrika gefunden hat, von M. van Marum. b. Nieren voll Steine, aus dem Körper eines 5jährigen Knaben, vorgelegt und beschrieben von J. P u i j n, Chirurgus und Accoucheur zu Harlem.

6. Folgende drei schon für den 1ten Nov. 1803. aufgegebenen Preisfragen hatten keinen einzigen Beantworter gefunden, und man hat daher beschlossen, sie nochmahls, und zwar mit dem Einsendungstermine vor dem 1ten November 1805, aufzugeben:

A. Was haben uns die neuesten Beobachtungen über den Einfluss des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft, (sey er gebunden oder nicht,) unter Beiwirkung des Lichts, auf die Veränderung der Farben gelehrt; — und was lässt sich daraus für Nutzen ziehen? Die Gesellschaft wünscht, dass man mit Kürze und Präcision das nachweise, was durch Beobachtungen und Versuche bewiesen ist, damit wir unsre Kenntnisse hierin leicht übersehen und im Handel und Wandel benutzen können.

B. Was ist bis jetzt über die Reinigung des verdorbenen Wassers und anderer Substanzen mit Holzkohle, durch die Erfahrung hinlänglich bewiesen? wie weit lässt sich die Art, wie das geschieht, aus den Gründen der Chemie er-

klären? und was läßt sich noch weiter davon für Gebrauch machen?

C. Was weiß man bis jetzt über den Lauf oder die Bewegung des Safts in den Pflanzen? Wie ließe sich eine vollständigere Kenntniss von dem erlangen, was hierin noch dunkel und zweifelhaft ist? Und führt das, was in dieser Hinsicht durch entscheidende Versuche gut bewiesen ist, schon auf nützliche Fingerzeige für die Kultur der Bäume und Pflanzen?

Für das gegenwärtige Jahr hat die Gesellschaft beschlossen, folgende vier neue Preisfragen aufzugeben, für welche der äußerste Termin der Concurrrenz gleichfalls der 1ste November 1805 ist.

I. Da die Erfahrung von Zeit zu Zeit gelehrt hat, daß Regenwasser, welches durch bleierne Rinnen fließt, oder in Bleigefäßen aufgefangen wird, so mit Blei geschwängert ist, daß es sehr ungesund wird, ja manchemal selbst gefährliche Krankheiten veranlaßt, und da die auf andern Wegen mit Blei vermischten Speisen und Getränke der Gesundheit in verschiedenen Graden gefährlich werden; so verlangt die Gesellschaft: Eine deutliche und kurze, dabei aber doch vollständige Abhandlung über diesen Gegenstand, damit man durch sie auf Vergiftungen durch Blei und die Vorsichtsmittel, um solche zu vermeiden, mehr aufmerksam gemacht werde. Die Gesellschaft wünscht vorzüglich: 1. daß man durch Versuche und Beobachtungen die Fülle ausmittle, in welchen allein das Blei das Wasser vergiftet. Ob dazu Bleiplatten nach Verschiedenheit der Art, wie sie fabricirt werden, mehr oder weniger geeignet sind? ob dazu das Bleiweiß beiträgt, womit man die Breter anzustreichen pflegt, mit denen man die bleiernen Dachrinnen bedeckt? und welches die sichersten Mittel sind, die Vergiftung des Wassers durch Blei zu verhindern, wenn man sich des Bleies zu Rinnen bedient. 2. Daß man zeige, ob man anlang-

lich Ursache habe, anzunehmen, wie es vor einigen Jahren geschah, daß die Bleiglasur manches Töpfergeschirrs die Speise vergifte, und was in diesem Falle zu beobachten ist, um die daher entstehende Gefahr zu vermeiden.

II. Ist die jchottische Fichte, (*Pinus silvestris*.) der schicklichste Baum, um damit die dürren Sandstriche der batarischen Republik zu bepflanzen; und sie durch das jährlich abfallende Laub zu verbessern und zu einer einträglichern Kultur-fähig zu machen? oder kennt man andere Bäume oder Sträucher, die auf einigen der dürren Landstriche hierzu zweckmüssiger sind? Wo hat man hier oder anderwärts Nutzen von Fichtenpflanzungen auf dürren Landstrichen wahrgenommen, und welche Regeln hat die Erfahrung im Anpflanzen der Fichten auf verschiedenem Boden gelehrt, um den besten Erfolg zu erhalten?

III. Ist die Verminderung des Lachses in unsern Strömen und die Abnahme des ehemahls so blühenden Lachs-fanges in der That dem Fange der jungen Lachse in Reußen, um den Aalen als Lockspeise zu dienen, und der Vermehrung verschiedener fischfressender Wasservögel zuzuschreiben, (siehe C. Vonk's Abh. über den Lachs unsrer Flüsse in Band 2 der Abhandl. der ökonomischen Societät,) oder rührt sie vielmehr von der immer zunehmenden Menge von Meerschweinen, Delphinen und andern gefräßigen Seethieren her, die sich an unsern Küsten und in den Mündungen unsrer Ströme aufhalten, und die, wie man glaubt, die Lachse verschlingen? Und wie würden in diesem Falle die Meerschweine am besten zu jagen und zu fangen seyn? Die Gesellschaft wünscht, daß man eine kurze Naturgeschichte des Lachses, oder wenigstens so viel davon beifüge, als zur Aufklärung der Frage dienlich ist.

IV. Was giebt es für allgemeine, gewisse, und den Gesetzen der Musik entsprechende Regeln, die auf eine absolute Art in Beziehung auf die Sprachen die Harmonie

in der Aussprache bestimmen; und in wie weit hängt hier von der Eleganz einer Sprache ab?

Die Concurrenz zu folgenden in den vorigen Jahren von der Gesellschaft aufgegebenen Preisfragen läuft mit dem 1ten Nov. 1804 ab.

1. In wie weit läßt sich aus den in den Niederlanden angestellten meteorologischen Beobachtungen die Physik der Winde für dieses Land aufstellen? Welches sind die herrschenden Winde? In welcher Ordnung folgen sie gewöhnlich auf einander? Aus welchen vorher gehenden Umständen lassen sich hier in bestimmten Fällen die Veränderungen des Windes vorher sehen; und welchen Einfluss pflegen diese Veränderungen auf die Veränderung des Wetters zu haben?

2. Die Gesellschaft wünscht zur Beförderung der Naturgeschichte der Niederlande zu erhalten: einen genauen Catalog aller wirklich einheimischen, und nicht bloß hierher versetzten, Säugethiere, Vögel und Amphibien dieses Landes, mit ihren verschiedenen Namen in den verschiedenen Theilen der Republik, ihre generischen und specifischen Charaktere nach Linné, und eine Hinweisung auf die beste bekannte Abbildung eines jeden. Bei jedem wären die interessantesten Eigenthümlichkeiten, die Oekonomie, die Zeugung, und die Erscheinung dieser inländischen Thiere betreffend, die man besonders in diesem Lande beobachtet hätte, beizufügen. Was die Vögel betrifft, so wünscht man ein besonderes Verzeichniß von denen, die, ohne hier zu nisten, sich bei uns als Zugvögel oder nur bei besondern Umständen sehen lassen.

3. Da es für die Fortschritte in jedem Theile der Experimentalphysik von großer Wichtigkeit ist, die vornehmsten Thatfachen deutlich und kurz bei einander ge-

hells zu sehen, so wünscht die Gesellschaft, daß man aus der großen Menge von Schriften, die theils in Journa-
len, theils einzeln über die Wirkungen von Volta's
electrischer Säule erschienen sind, ausziehe: Eine Ab-
handlung, welche die vornehmsten Thatsachen, mit denen
Volta's electrische Säule uns bis jetzt bekannt gemacht
hat, und die Versuche über ihre Wirkungen darstellt. Es
ist hierbei das durch Versuche Dargehane von dem,
was bloß als Hypothese zu betrachten ist, sorgfältig zu
trennen, und man erwartet bloß die Hauptphänomene
in einem klaren und kurzen Aufsatze, mit Uebergang
aller wenig interessanten Beobachtungen und Versuche,
und mit genauer Citation der gebrauchten Schriften dar-
gestellt zu sehen.

4. Welches sind die Grundsätze der Physik des Feuers,
die Erzeugung, Mittheilung und Einschließung der Wärme
betreffend, die man kennen muß, um zu beurtheilen, wie
sich mit den Brennmaterien zu verschiedenen Gebrauchen
am ökonomischsten verfahren läßt? und wie lassen sich
wohl, diesen Grundsätzen gemäß, die Feuerstätte zur Hei-
zung der Zimmer, und die Oefen in den Küchen verbessern,
um mit den unter uns üblichen Brennmaterien möglichst
ökonomisiren zu können?

5. Was weiß man bis jetzt über die Ursachen des Ver-
derbnisses stehender Gewässer, und lassen sich daraus, oder
aus entscheidenden Versuchen, die wirksamsten unschädli-
chen Mittel heben; um dem Verderbnisse stehender Ge-
wässer zuvor zu kommen?

6. Welches Licht hat die neuere Chemie über die Phy-
siologie des menschlichen Körpers verbreitet?

7. In wie weit hat dieses Licht gedient, besser als zu-
vor, die Natur und die Ursachen gewisser Krankheiten auf-
zuklären; und was für nützliche, mehr oder minder durch
Erfahrung bevährte Folgen lassen sich daraus für die me-
dicinische Praxis ziehen?

8. In wie fern hat uns die neuere Chemie bestimmte Begriffe über die Wirkungen einiger längst gebrauchter oder erst neuerlich empfohlner, innerer oder äusserer Heilmittel verschafft; und welche Vortheile lassen sich von einer solchen genauern Kenntniss für die Behandlung gewisser Krankheiten erwarten?

Mehrere Gelehrte haben bei den Anwendungen die sie von den Grundsätzen der neuern Chemie auf Physiologie, Pathologie und Therapie machten, ungegründete Hypothesen mit eingemischt; ein Verfahren welches unstraitig höchst schädlich für die Fortschritte dieser Wissenschaften ist, die aus der neuern Chemie so viel Aufklärung erhalten könnten; wofern man nur nach Lavoisier's Regel, nichts in der Chemie und in den Anwendungen der chemischen Grundsätze annimmt, als was auf entscheidende Versuche gegründet ist. Die Gesellschaft wünscht daher, dass diejenigen, welche auf diese Fragen antworten wollen, das wirklich Dargethane von dem bloß hypothetischen mit Präcision unterscheiden, und dass man, was die Hypothesen betrifft, sich begnüge, sie anzudeuten, und nur kurz zu beweisen, wie wenig sie gegründet sind. Denn der Hauptzweck der Gesellschaft bei diesen Fragen ist, den praktischen Aerzten und Chirurgen der batavischen Republik, die mit der neuern Chemie und ihren Anwendungen auf Physiologie, Pathologie und Therapie nicht gehörig fortgeschritten sind, Aufsätze zu verschaffen, aus denen sie sich über das Licht belehren können, welches die neuere Chemie über diese Wissenschaften schon verbreitet hat, und was darin noch zu wenig gegründet, zu übereilt, oder zu zweifelhaft ist, um sich darauf verlassen zu können. Auf jede einzelne dieser drei Fragen wünscht man eine einzelne Abhandlung.

Folgende Preisfragen bestehen fortdauernd für eine unbestimmte Zeit.

I. Was hat die Erfahrung über den Nutzen einiger dem Anscheine nach schädlicher Thiere, besonders in den Niederlanden, gelehrt; und welche Vorsicht muß deshalb in ihrer Vertilgung beobachtet werden?

II. Welches sind die ihren Kräften nach bis jetzt wenig bekannten einheimischen Pflanzen, die in unsern Pharmacopöen mit Vortheil gebraucht werden, und ausländische ersetzen könnten? Abhandlungen, welche hierüber der Gesellschaft eingereicht werden, müssen die Kräfte und Vortheile dieser einheimischen Arzneimittel nicht mit Zeugnissen bloß von Ausländern, sondern auch mit Beobachtungen und Versuchen, die in unsern Provinzen angestellt sind, belegen.

III. Welcher bisher nicht gebrauchten einheimischen Pflanzen könnte man sich zu einer guten und wohlfeilen Nahrung bedienen, und welche nahrhafte ausländische Pflanzen könnte man hier anbauen?

IV. Welche bisher unbenutzte einheimische Pflanzen geben, zu Folge wohl bewährter Versuche, gute Farben, die sich mit Vortheil in Gebrauch setzen ließen? und welche exotische Farbpflanzen ließen sich auf wenig fruchtbarem oder wenig bebaulichem Boden dieser Republik mit Vortheil ziehen?

Noch erinnert die Gesellschaft, daß sie schon in der außerordentlichen Sitzung vom Jahre 1798 beschloßen hat, in jeder jährlichen außerordentlichen Sitzung zu deliberiren, ob unter den Schriften, die man ihr seit der letzter Sitzung über irgend eine Materie aus der Physik oder Naturgeschichte zugeschickt hat, und die keine Antworten auf die Preisfragen sind, sich eine oder mehrere befinden, die eine außerordentliche Gratification verdienen, und daß sie der interessantesten der,

selben die silberne Medaille der Societät und 10 Dukaten zuerkennen wird

Die Gesellschaft wünscht mögliche Kürze in den Preisabhandlungen, Weglassung von allem Aufserwesentlichen, Klarheit und genaue Absonderung des wohl Bewiesenen von dem, was nur Hypothese ist. Alle Mitglieder können mit concurriren; nur müssen ihre Aufsätze und die Devisen mit einem L bezeichnet seyn. Man kann holländisch, französisch, lateinisch oder deutsch antworten; nur muß man mit lateinischen Buchstaben schreiben. Die Abhandlungen werden mit den versiegelten Devisenzetteln eingeschickt an den Herrn van Marum, Sekretär der Gesellschaft. — Der Preis auf jede Frage ist eine goldene Medaille, 30 Dukaten werth, mit dem Namen des gekrönten Verfassers am Rande, oder diese Geldsumme. Wer einen Preis oder ein Accessit erhält, ist verpflichtet, ohne ausdrückliche Erlaubniß der Gesellschaft seinen Aufsatz weder einzeln, noch sonst wo drucken zu lassen.

Die Gesellschaft hat ernannt zu *Directoren* in Harlem: die Herren D. J. Canter Camerling, Bürgermeister; P. N. Quarles, Rathsherrn; W. P. Barnaart. Außerhalb der Stadt: die Herren A. J. Schimmelpenninck, Gesandten der batav. Republ. in Paris; D. R. Wykerheld Bisdom, Grand Baillif zu Leiden; A. C. W. Staring van de Wildeborg, Gouvernementsmitglied des Departement Geldern; und J. N. van Eys, Rath der Stadt Amsterdam.

Und zu *Mitgliedern* die Herren Parrot, Prof. der Experimentalphysik zu Dorpat; L. W. Gilbert, Prof. der Physik und Chemie zu Halle; D. J. Römer, Prof. der Botanik zu Zürich; W. L. A. Matthia, Prof. zu Blankenburg; Adolph Dankelman zu Batavia; Joh. Calkoen zu Amsterdam; Jac. Puijn, Chirurg und Accoucheur zu Harlem.

IX.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN

der *Utrechter, Gesellschaft der Künste und Wissenschaften,*

ausgef. in ihrer Zusammenkunft am 15ten Junius 1805,
auf den 1sten Oct. 1805.

Preis 30 Dukaten, in einer goldenen Medaille, oder in
Natur. — Die Abhandlungen müssen, wenn sie deutsch
sind, wenigstens mit lateinischen Lettern geschrieben
seyn, und entweder dem Prof. Roffyn oder dem
Dr. van Toulon in Utrecht eingeschickt werden.
Sie bleiben Eigenthum der Gesellschaft, und dürfen
nirgends anders abgedruckt werden.

1. „Da die neuesten Beobachtungen und Versuche
über die *Electricität*, über den *Zitteraal* und ähnliche
Fische und über die *Galvani'sche Kraft*, eine so große
Aehnlichkeit in ihrer Natur, und zugleich eine so merk-
bare Verschiedenheit in ihren Wirkungen anzudeuten
scheinen; so wird eine vergleichende Darstellung die-
ser Kräfte und ihrer Wirkungen verlangt, die deutlich
entwickelt und auf Versuche gegründet seyn muß.“*)

2. „Welche sind die Ursachen, warum die jetzt
herrschenden Krankheiten der verschiedenen Jahreszeiten
bei unsern Landleuten nicht so *einfach* mehr sind, als
in frühern Zeiten? ob die Ursachen einer anstecken-
den, galligen, schleimigen Art und mehrere andere zu-
gleich Statt finden? Welches ist der beste Weg, im An-

*) So weit wir h. jetzt die Wirkungen des Galvanismus ken-
nen, scheint Cavendish und Volta diese Frage
schon vollständig beantwortet zu haben. d. H.

singe solcher Krankheit seher zu unterscheiden, welche von diesen Quellen die Oberhand hat, und wie ist darnach die Heilmethode einzurichten?“ Diese Frage war schon für 1800 aufgegeben, blieb aber ohne Antwort.

“Eine andere, schon 1799 aufgebene und 1802 mit doppeltem Preise erneuerte Frage, für den 1sten Oct. 1804, betrifft die so genannte *Humoral-Pathologie*: „Welche eigenthümliche Krankheiten und Fehler der Säfte, die Gaubius aufführt, wirklich im Körper Statt finden, und welche bloß eingebildet sind? In wie fern solche Krankheiten von der eignen und ursprünglichen Ausartung der Säfte entstehen können, und ob sie von den veränderten Lebenswirkungen der Gefäße und festen Theile allein, oder vorzüglich abhängen? Welches sind die Heilmittel, und wie ist die Wirkung derselben zu beweisen?“

Der besten Abhandlung aus irgend einem Fache der *Chemie*, und ihrer Anwendungen, welche vor dem 1sten Oct. 1804 eingelendet wird, ist eine Medaille von 20 Dukaten, und dem Accessit eine silberne Medaille bestimmt.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1804, ACHTES STÜCK.

I.

P R Ü F U N G

*der Hypothese des Grafen von Rumford
über die Fortpflanzung der Wärme
in den Flüssigkeiten,*

vom

H o f r a t h P A R R O T,
Prof. d. Phys. auf der Univers. zu Dorpat.

Zweiter Abschnitt.

*Widerlegung des Satzes der absoluten
Nichtleitung durch directe Versuche, und
Aufstellung eines neuen wichtigen Sat-
zes in der Lehre der Wärme-
leitung.*

Der Herr Graf von Rumford stützt seinen Beweis, daß die Flüssigkeiten absolute Nichtleiter der Wärme sind, auf folgenden Hauptichluß, der allen seinen Untersuchungen hierüber zum Grunde liegt.

„Wenn die Flüssigkeiten absolute Leiter der Wärme sind, so müssen sie, wie die festen Körper, die

Annal. d. Physik. B. 17. St. 4. J. 1804. St. 8.

A a

„Wärme nach allen Richtungen und in allen Fällen
 „leiten, und also auch in solcher Richtung, wo man
 „erweisen kann, daß keine Strömungen innerhalb der
 „Flüssigkeit Statt finden. Ein solcher Fall tritt ein, wenn
 „man die Flüssigkeit, wenn sie über 40° F. warm ist,
 „von oben erwärmt, oder, wenn ihre Temperatur un-
 „ter 40° F. beträgt, von unten erkaltet, weil alsdann
 „der specifisch leichtere Theil der Flüssigkeit beständig
 „oben seyn wird, und also keine Strömungen erzeugen
 „muß, um den Gesetzen der Hydrostatik zu gehorchen.
 „Nun aber zeigen die Versuche, daß die Wärme in
 „diesen beiden Fällen sich durch die Flüssigkeiten nicht
 „fortpflanze. Also sind die Flüssigkeiten absolute Nicht-
 „leiter der Wärme.“

Wie wenig der Minor dieses Syllogismus als
 wahr angesehen werden darf, habe ich hinlänglich
 gezeigt. Allein der Major ist wahr. Noch mehr,
 auch das Umgekehrte desselben ist wahr, und wir
 dürfen dreist behaupten, daß, wenn die Wärme in
 den Flüssigkeiten fortgepflanzt wird, auch in den
 angeführten Fällen da eine Strömung unmöglich ge-
 macht worden ist, die Flüssigkeiten absolute Wär-
 meleiter sind, da sonst kein bekanntes mechanisches
 Naturgesetz die Phänomene der Wärmeleitung in
 diesen Fällen zu erklären vermögend ist. Der Mi-
 nor, welchen ich zu meinem Syllogismus nöthig
 habe, nämlich, daß auch in diesen Fällen Wärmelei-
 tung Statt finde, will ich nun durch directe Ver-
 suche streng beweisen.

Meinen Apparat stellt Fig. 1, Taf. V, in hal-
 ber Naturgröße vor. Ein heberförmig gebogenes
 Quecksilberthermometer mit seiner Scale, deren

unterste Eintheilung den Reaumürischen 0 Grad anzeigt, und das so gefüllt ist, daß dieser 0 Grad in dem langen Schenkel sich befindet, wird mit einer oben und unten offenen Glasröhre so verbunden, daß die Kugel und ein Theil ihrer Röhre in der großen Röhre von unten herauf hervor ragt. Der untere Theil der Röhre ist vermittelst eines Korks, durch welchen das Thermometer geht, wasserdicht verschlossen. Oben ist an der Scale ein messingener Haken befestigt, an welchem ein eiserner Cylinder an einem Drahte in der Glasröhre hängt. Mehrere Drähte, die man in Bereitschaft hält, verstatten es, den eisernen Cylinder mehr oder minder tief zu hängen. Der Cylinder, wie auch die Kugel des Thermometers, passen so in die Glasröhre, daß man zwischen sie und die Röhre nichts als eine Papierdicke stecken kann. Eine messingene Zwinge am untern Theile der Glasröhre angekittet, trägt auf 3 Füßen von starkem Messingdrahte den ganzen Apparat, den ich der Kürze halber das *Heberthermometer* nennen will. Da ich wünsche, daß andere Naturforscher durch Wiederholung der wichtigen Versuche, die ich mit diesem Instrumente angestellt habe, sich von ihrer Richtigkeit selbst überzeugen möchten, und die Uebereinstimmung der Resultate hier, wie gewöhnlich, von der Uebereinstimmung der Instrumente abhängt, so habe ich absichtlich diesen Apparat so genau als möglich gezeichnet. Indess ist eine auffallende Zahlübereinstimmung in den Resultaten nichts weniger als zur Bestätigung meiner Sätze.

nothwendig, und jedes ähnliche heberförmige Thermometer, dessen Kugel den Durchschnitt der Glasröhre beinahe völlig ausfüllt, und jeder Cylinder von einer festen gut leitenden Substanz, leisten die nöthigen Dienste.

Der Gebrauch ist folgender: Ich fülle eine Flüssigkeit von gleicher Temperatur als die äußere Luft, in die Röhre des Instruments in solcher Menge, daß, wenn der eiserne Cylinder in die Röhre hinein gelenkt wird, die Flüssigkeit an dessen Seiten zwischen ihm und der Glasröhre hinauf steige. Ehe aber der Cylinder versenkt wird, wird er bis auf den Siedepunkt des Wassers erhitzt, und zwar folgender Maßen: Da mir keine Methode bekannt ist, die Temperatur eines festen Körpers unmittelbar und genau zu erfahren, so lasse ich für jeden Versuch den Cylinder 5 Minuten lang in beständig stark kochendem Wasser liegen. Dort mag er nun die völlige Siedehitze durch und durch erhalten oder nicht; eine *gleiche* Temperatur wird er immer annehmen, wenn nur die Barometerstände während der Versuche nicht beträchtlich verschieden sind; und dieses ist hinreichend zu der Absicht, die ich mit diesem Apparate habe. Beim Herausnehmen wird er schnell abgewischt, doch nicht sehr sorgfältig, um keine beträchtliche Erkaltung zu bewirken. Gleich nach dem Einsenken des Cylinders wird der Stand des Thermometers an der Scale von Minute zu Minute beobachtet und aufgeschrieben. Durch diese Vorrichtung erreicht man folgende Absichten.

a. Man läßt eine Flüssigkeit von oben erwärmen, und die Wärme nach unten sich fortpflanzen bis zur Thermometerkugel. Da ich nie anders als in einer Temperatur von 12° bis 15° R. die Versuche anstellte, so habe ich die Gewißheit, daß der erwärmte Theil der Flüssigkeit zuverlässig der leichtere ist, mithin oben bleibt, und folglich, daß die Erwärmung keine Strömung zwischen dem Cylinder und der Thermometerkugel bewirkt.

b. Da der Cylinder so genau in die Röhre paßt, daß nur noch eine Papierdicke Zwischenraum Statt findet, so kann man wohl als ganz gewiß annehmen, daß in diesem Zwischenraume durchaus keine Strömung der Flüssigkeit, die ihn ausfüllt, möglich ist. Man denke an die Dünne der beiden Schichten, welche an einander strömen mußten, an den Widerstand der Adhäsion der Flüssigkeit am Cylinder, am Glase und an sich selbst, an die daraus entstehende Friction, und endlich an den äußerst kleinen Unterschied der Temperatur, welche diese zwei Schichten haben würden; so wird man wahrlich mir dieses zugeben müssen.

c. Vermöge des eben so engen Zwischenraums zwischen der Thermometerkugel und der Glasröhre kann keine Strömung zwischen der Flüssigkeit über und unter der Kugel Statt finden.

d. Der angeführte kleine Zwischenraum zwischen Cylinder und Glasröhre entfernt gleichfalls die Möglichkeit einer mechanisch erregten Strömung oder Oscillation in der untern Flüssigkeit, in-

dem der Cylinder langsam und ohne Seitenabweichung herunter gelassen werden kann.

Da ich nun durch die Versuche mit diesem Heberthermometer allgemein prüfen wollte, ob die Flüssigkeiten überhaupt Wärmeleitungsfähigkeit haben oder nicht; so versuchte ich es mit *Luft*, *Wasser* und *Quecksilber*. Ich mochte nicht Oeble noch dazu nehmen, weil es fast unmöglich gewesen wäre, dann das Instrument zu reinigen. Um ja mehrere Versuche und mehrere Fälle zu haben, stellte ich den Versuch mit jeder Flüssigkeit vierfach an, so daß die untere Fläche des Cylinders in verschiedenen Entfernungen von der Thermometerkugel stand, zuerst 1'', dann 3'', dann 6'', endlich 12''. Und so, glaube ich, daß man die Resultate als allgemein geltend ansehen wird. Daß ich nach jedem Versuche sehr pünktlich dafür sorgte, daß Gefäße und Flüssigkeiten genau die Temperatur der umgebenden Luft hatten, brauche ich wohl nicht zu erinnern. In allen diesen Versuchen beobachtete ich, bis ich gewiß war, daß das Quecksilber im Heberthermometer nicht mehr stieg. Dann beobachtete ich die Temperatur der Flüssigkeit mit einem andern sehr kleinen und sehr empfindlichen Thermometer, nachdem ich den eisernen Cylinder heraus gezogen hatte. Nur mit der Luft geschah es nicht, weil es nichts gelehrt haben würde, indem gänzliche Vermischung mit der äußern Luft beim Herausziehen des Cylinders unvermeidlich war.

Verfuche mit Luft.

Zeit in Minuten.	Ister Abstand 1'''	IIter Abstand 3'''	IIIter Abstand 6'''	IVter Abstand 12'''
Temperatur am Hebertherm. in R. Graden.				
0	12,9	13,2	13,8	13,4
1/2	13,9	13,6	13,9	13,45
1	14,5	14,0	14,0	13,5
2	17,1	15,1	14,25	13,6
3	18,8	16,0	14,7	13,85
4	19,9	16,7	15,1	14,1
5	20,7	17,5	15,6	14,2
6	21,1	18,1	15,9	14,3
7	21,3	18,6	16,1	14,4
8	—	18,7	16,2	14,45
9	—	18,75	16,3	14,5
10	—	18,75	16,3	14,6
11	—	—	—	14,65
12	—	—	—	14,7
13	—	—	—	14,7

Folgendes ist über diese Verfuche einzeln zu merken:

Zu I. Bei dem Herausnehmen des Cylinders al das Heberthermometer schnell um 0,2.

Zu II. Ich hatte den Einfall, die Temperatur nimal über dem Cylinder zu Ende des Versuchs beobachten, und fand sie = 24,5. Beim Herausziehen des Cylinders bemerkte ich kein Fallen des Quecksilbers im Heberthermometer.

Zu III und IV. Beim Herausziehen des Cylinders änderte sich der Stand des Heberthermometers nicht.

Allgemein muß bemerkt werden, daß, bei diesen und allen folgenden Versuchen mit diesem Apparate, der Cylinder nicht so vollkommen abge-

trocknet werden könnte, daß nicht etwas Nässe daran kleben blieb. Daher zeigte sich am obern Theile der Glasröhre, innerhalb, über dem Cylinder jederzeit ein Niederschlag von Wasserdunst, der gegen Ende des Versuchs zum Theil, etwa 4''' Cylinder an gerechnet, verschwunden war.

Verfuche mit Wasser.

Zeit in Minuten.	Vter Abstand 1'''	VIter Abstand 3'''	VIIter Abstand 6'''	VIIIter Abstand 12'''
Temperatur im Hebertherm. in R. Graden.				
0	14,25	14,25	14,0	14 25
$\frac{1}{2}$	16,0	14,7	—	—
1	18,0	16,0	—	—
2	21,9	17,0	14,25	—
3	23,5	18,0	14,75	—
4	24,1	19,0	15,7	14,30
5	24,3	19,7	16,1	14,50
6	24,2	20,5	16,7	14,60
7	—	21,0	16,9	14,70
8	31,0	21,3	17,2	14,85
9	—	21,3	17,4	14,95
10	—	21,5	17,5	15,00
11	—	29,1	17,6	15,05
12	—	—	17,7	15,10
13	—	—	17,6	15,20
14	—	—	18,3	15,30
15	—	—	23,5	15,35
16	—	—	—	15,35
17	—	—	—	15,35
				16,6
				20,5

Von den zwei abgeforderten Beobachtungen am Ende jedes Versuchs bedeutet die obere den Zustand des Heberthermometers, nachdem der Cylinder heraus genommen war; die untere aber die mittlere Temperatur des Wassers mit dem kleinen Thermometer untersucht, nachdem der Cylinder heraus genommen war.

Ueber diese 4 Versuche ist zu bemerken, daß bei jedem so viel Wasser in die Glasröhre eingegossen war, daß der Cylinder sich darein tauchte, und der Raum zwischen ihm und der Röhre bis etwas über den obern Rand des Cylinders gefüllt wurde, so daß der eiserne Cylinder gleichsam in einem hohlen Cylinder vom Wasser eingeschlossen war.

Es fand ferner noch der Umstand Statt, daß eine Luftblase bei jedem Einsenken des Cylinders sich an seine untere Fläche anbing. Ungeachtet vieler Mühe, die ich mir sonst gab, um den Cylinder so zu senken, daß diese Luftblase nicht entstehen sollte, konnte ich sie doch nicht vermeiden, wenn ich nicht eine Oscillation im Wasser erzeugen wollte. Daher liefs ich sie stehen. Ihre scheinbare Gröfse betrug etwa 2^{'''} im Durchmesser. Da nun die Luft, wie wir aus den vorher gehenden Versuchen zu schliessen berechtigt sind, weit weniger leitet, als Wasser, so müssen wir annehmen, daß die Resultate dieser Tabelle etwas zu klein sind.

Verfuche mit Queckfilber.

Zeit in Minuten.	IXter Abstand 1'''	Xter Abstand 2'''	XIter Abstand 3'''	XIIter Abstand 12'''
Temperatur im Hebertherm. in R. Graden.				
0	14,3	14,2	14,2	12,6
$\frac{1}{3}$	29,0	25,0	18,5	12,8
1	33,6	29,0	22,6	15,1
2	34,4	30,7	26,6	17,8
3	nicht beob.	30,7	27,4	19,7
4	34,0	nicht beob.	27,4	20,4
5	—	35,2	nicht beob.	20,8
6	—	—	33,2	20,9
7	—	—	—	20,9
				nicht beob.
				28,1

Hier konnte ich den Stand des Heberthermometers, gleich nachdem der Cylinder heraus gezogen wurde, nicht beobachten, weil das Queckfilber seiner grossen Leitungsfähigkeit wegen augenblicklich erkaltete. Daher sind auch die Beobachtungen der Temperatur des Queckfilbers durch das kleine Thermometer alle etwas zu klein.

Bei diesen 4 Versuchen hatte ich nur so viel Queckfilber eingegossen, als nothig war, um den Cylinder bis etwa $\frac{2}{3}$ seiner Höhe unterzutauchen, damit er sich ja vollkommen bis zur gehörigen Entfernung von der Thermometerkugel senke.

Diese 12 Versuche sind nicht die einzigen, welche ich auf gleiche Art anstellte. Ich hatte mir vorher einen ähnlichen Apparat verfertigt, der nur durch die Dimension der Glasröhre sich von dem beschriebenen unterschied. Die Röhre war beträchtlich kürzer und dünner, aber etwas weiter, so daß rundum zwischen dem Cylinder und Glase ein Raum von mehr als 1''' übrig blieb. Damit stellte ich mehrere Versuche an, deren Resultate mit den beschriebenen nicht gleich, aber völlig analog waren. An diesen Versuchen übte ich mich gleichsam, so daß ich bei den beschriebenen alle Fertigkeit hatte, um rein zu operiren und genau zu beobachten.

Uebersehen wir nun die Resultate dieser zwölf Versuche, so sehen wir Flüssigkeiten, in denen keine Möglichkeit einer innern Strömung vorhanden ist, die Wärme von oben nach unten sehr merklich fortpflanzen, folglich nur vermöge ihres absoluten Leitungsvermögens, und wir werden durchaus genöthigt, dieses Leitungsvermögen anzuerkennen.

Doch ich sehe noch eine Einwendung, die Graf von Rumford mir entgegenstellen kann, nämlich die, daß die Glasröhre selbst, nicht die Flüssigkeit, der Leiter der Wärme war. Ich gestehe, daß, als ich die allerersten Versuche angestellt hatte, und die folgenden entwarf, mir diese Einwendung peinigend war. Nicht daß ich wirklich geglaubt hätte, daß das Glas hier die leitende Materie sey, sondern weil es fast unmöglich schien, solche Umstände eintreten zu lassen, wo der Versuch ganz

rein, zugleich von diesem Vorwurfe und von dem der möglichen Strömungen, wäre. Denn nahm ich anstatt der engen Glasröhre eine weite, entstanden Strömungen in der Flüssigkeit, und eine weite Röhre sogar stand in dem Scheine der Leitung in den Augen derjenigen, welche nur disputiren wollen. Ja, Graf Rumford selbst, dem ich diese Absicht gewiss nicht zutraue, hatte zur Erklärung eines seiner Versuche, wo der Zwischenraum gewiss beträchtlich größer war, als in dem meinigen, zu dieser Erklärungsart seine Zuflucht genommen. — Ich war also, wie gesagt, zum Voraus verlegen. Indess nahm ich die beschriebenen zwölf Versuche vor, in der Hoffnung, daß genaue Beobachtung mir vielleicht einen Leitfaden aus diesem Labyrinth reichen würde. Wir wollen nun diese Versuche *im Geiste der Rumfordischen Hypothese* genau beleuchten, und einige Schlüsse daraus ziehen.

Zuerst wollen wir annehmen, das Glas werde durch den Cylinder erwärmt; daß dieses der Fall ist, zeigt schon das Gefühl. Die Wärme breitet sich nun durch dasselbe nach unten aus, dringt in die Flüssigkeit, und erzeugt so die Temperaturerhöhung in der Thermometerkugel. Dieses kann nur vermittelt innerer Strömungen in der Flüssigkeit geschehen: nun ist aber schon früher bemerkt worden, daß zwischen der Flüssigkeit oberhalb und unterhalb der Kugel keine Strömungen möglich sind; folglich muß die Wärme aus den Wänden der Glas-

röhre nur durch partielle Strömungen bis an die Thermometerkugel reichen. Das Resultat der Strömungen im obern Raume fällt, wenigstens im Anfange, zum Nachtheile der Erwärmung aus, da die wärmere Flüssigkeit vermöge der Strömung sich nach oben zieht, also von der Kugel entfernt. Diese Strömungen können also unmöglich Temperaturerhöhungen von mehr als 10° und 14° in $\frac{1}{2}$ Minute, wie in Versuch IX und X, hervorbringen. Die Strömung in der untern Flüssigkeit wirkt zwar sogleich zum Besten der Erwärmung; aber man vergleiche die angeführten Erwärmungen mit der bekannten schlechten Leitungsfähigkeit des Glases, und versuche es, in dieser kleinen Ursache den Grund zu diesen Wirkungen zu finden.

Es erhellt aber die Unmöglichkeit, daß die Temperaturerhöhung in der Thermometerkugel, nach der Rumford'schen Hypothese der Nichtleitung, der Erwärmung des Glases könne zugeschrieben werden, aus folgender Betrachtung vollkommen und unbedingt. Diese Erwärmung könnte nur durch die eben beschriebenen Strömungen geschehen. Allein die Geschwindigkeit der Strömungen, die durch Temperaturänderung entstehen, mithin die Geschwindigkeit der Wärmemittheilung an die Thermometerkugel, muß im Verhältnisse des Ausdehnungsvermögens durch die Wärme stehen. Da aber dieses Ausdehnungsvermögen für Luft, Wasser und Quecksilber sich verhält, etwa wie die Zahlen 4, 11, 12 und 14, so sollten die Er-

wärmungsgeschwindigkeiten und die Erwärmungsgrade in diesen verschiedenen Flüssigkeiten sich danach richten, welches offenbar nicht geschieht, da das Quecksilber die Wärme viele Mal schneller fortpflanzt, als die Luft und das Wasser. Diese beweiset offenbar, daß die Wärmemittheilung von einer eigenthümlichen Eigenschaft jeder Flüssigkeit, welche von dem Ausdehnungsvermögen durch die Wärme, mithin von den Strömungen unabhängig ist, berührt.

Allein ich gehe noch weiter, und frage, wie der Glascylinder zu seiner ihm mitgetheilten Wärme kommt? Wir wollen vorzüglich die Versuche mit Wasser nehmen. Hier steckte der eiserne Cylinder ganz in einer Hülle von Wasser, und ich glaube nicht, daß er in einem einzigen Punkte das Glas berührt habe, weil das Wasser, vermöge der Adhäsion, sich in die kleinsten Zwischenräume einzwängt und so den Cylinder überall vom Glase entfernt halten mußte. Der Zwischenraum, der etwa $\frac{1}{120}$ Zoll ausmachte, und mit Wasser angefüllt war, konnte keine Strömung gestatten, und lieferte also in der Rumfordischen Hypothese eine vollkommene Isolirung zwischen dem Eisen und dem Glase. Denn obgleich die Schicht nur etwa $\frac{1}{120}$ Zoll dick war, so enthielt sie doch wohl mehrere Schichten von Elementartheilchen des Wassers, da wir wissen, daß Haarröhren von einem weit geringern Durchmesser sich noch mit zusammen hängenden Wasserläulen füllen. Will man also in dieser Hypothese consequent schließen, so muß man entweder annehmen,

dafs das Wasser ein absoluter Wärmeleiter ist, oder man muß schliessen, dafs die Glasröhre keine Wärme erhielt, welches wider die Erfahrung und die erste Voraussetzung ist.

Diese Beleuchtung der zwölf Versuche im Sinne der gemachten Einwendung, könnte schon als hinlänglich zur Widerlegung dieser Einwendung angesehen werden. Allein ich war nicht ruhig, bis ich durch neue directe Erfahrungen gezeigt haben würde, dafs die Temperatur des Heberthermometers der Leitung der Glasröhre nicht zugeschrieben werden könne. Nach manchen fruchtlosen Bemühungen noch einen entscheidenden Versuch zu erfinden, verfiel ich auf den folgenden, der, glaube ich, allen Forderungen Genüge leistet.

Ich füllte in mein Instrument wieder Quecksilber bis $1\frac{1}{2}''$ über die Kugel, gofs dann $1''$ hoch Wasser darauf, und versenkte meinen heissen Cylinder darein, so dafs er um $3''$ von der Kugel entfernt war, also $\frac{1}{2}''$ Luft zwischen sich und dem Wasser liess, und urtheilte folgender Mafsen: Geschieht die Erwärmung der Kugel durch die Leitung des Glases, vermittelt der Strömung über und unter der Kugel, so muß die Erwärmung der Kugel nun wenigstens eben so grofs seyn, als da bloßes Quecksilber in der Röhre war; denn die Wasser- und Luftschicht kann keinen Einfluß, besonders auf das Quecksilber unter der Kugel haben. Ferner ist oberhalb zwar Wasser, welches mehr Wärme verschluckt, als Quecksilber, aber auch dafür weniger Quecksilber, und zwar ziemlich im

Verhältnisse der Capacitäten für die Wärme. Außerdem aber ist eine geringere Menge von Quecksilber über der Kugel der *schnellen* Erwärmung in der Rumfordischen Hypothese günstig, weil die Strömungen nicht so lange dauern müssen, um die warmen Schichten an die Kugel zu bringen. Im Fall also die Erwärmung der Kugel von der Glasröhre herrührte, so ist der Versuch gewiss so angelegt, daß wenigstens keine geringere Erwärmung erfolgen darf, als in Versuch IX. Findet man aber eine geringere Erwärmung, so ist es ein sicherer Beweis, daß die Wärme überhaupt einen andern Weg nimmt. Hier das Resultat des Versuchs:

XIII.	
Zeit.	Temperatur.
0	12°,5
$\frac{1}{2}$	12,8
1	13,6
2	15,4
3	16,3
4	16,7
5	17,1
6	17,3
7	17,3
Wasser	19,9

Auffallender konnte das Resultat nicht gewünscht werden, um den Satz, den ich erweisen will, zu beweisen, und so glaube ich auch den letzten Schlupfwinkel der Nichtleitungshypothese vernichtet zu haben. *)

Indeß will ich noch 2 Versuche dieser Art hier anführen, nicht zur Unterstützung des vorher gehenden, der dessen nicht bedarf, sondern in anderer Rücksicht. In XIV hatte ich über der Kugel $\frac{1}{2}$ "

Queck-

*) Auf eine noch directere Art heben Murray's Versuche in einem Gefaße aus Eis; *Annalen*, XIV, 158.

Queckfilber, und dann so viel Wasser, daß der Cylinder darein tauchte, wie in V, VI, VII und VIII. In XV hatte ich 2''' Queckfilber, das Uebrige Luft. Der Cylinder hing, wie in XIII, 3''' über der Kugel.

Zeit in Minuten.	XIV.	XV.
	Temper. im Hebertherm.	
0	12,3	12,4
$\frac{1}{2}$	13,8	14,1
1	16,7	14 1
2	19,3	15,7
3	20,9	16,4
4	21,4	17,0
5	21,7	17,3
6	21,6	17,3
Wasser	30,9	

Die Resultate dieser beiden Versuche weichen weniger als die des vorhergehenden von IX ab, aber noch genug, um für sich schon das völlig zu beweisen, was sie beweisen sollen. Eine wichtige Frage drängt sich aber hier auf: *Was ist die Ursache zu diesen wirklich ungeheuern Unterschieden?* Die-

Frage werde ich nachher beantworten. Vorher laß ich noch über einen nicht minder wichtigen Gegenstand das Versprochene beibringen.

Ich habe schon erwähnt, daß der Graf von Rumford im zweiten Theile seines Vllten Essay's einen Versuch erzählt habe, in welchem gemeines gefärbtes Wasser mehrere Tage lang über salzigem ungefärbten gestanden habe, ohne daß sich die Farben der beiden Flüssigkeiten gemischt haben. Mehr beweiset dieser Versuch nicht. Aber Graf Rumford folgert daraus, daß die Flüssigkeiten sich

158, 167, alle Zweifel wegen der Leitungsfähigkeit des Gefäßes.

d. H.

nicht gemischt haben, daß das Salz im untern Wasser geblieben sey, und zieht sogleich den Schluß, daß alle chemische Verwandtschaftsäußerungen nichts als Folgen von mechanischen Mischungen sind, welche die Strömungen in den Flüssigkeiten von specifisch verschiedenen Gewichten erzeugen. Da nun dieser Satz gleichsam als eine Ausdehnung desjenigen, der der Gegenstand dieser Abhandlung ist, vom Grafen Rumford selbst angesehen wird, und die Folgerung, welche er aus ihm zieht, überdies von einer unendlichen Wichtigkeit für die gesammte Naturlehre ist; so hielt ich es der Mühe werth, den Versuch mit aller erdenklichen Vorsicht, mit allen Hülfsmitteln, die ich sammeln konnte, zu wiederholen, um über dessen wahren Inhalt urtheilen zu können.

Versuch XVI. Vorerst veranstaltete ich, meiner Gewohnheit gemäß, einen flüchtigen Versuch, um durch denselben alles voraus bemerken zu können, was sich Bemerkenswerthes so wohl in den Handgriffen als in der Beobachtung zeigen würde, und brauchte, in Ermangelung eines Tournesolsläppchens, Lackmustrinctur. Das Zimmer, wo die Versuche geschahen, war im Rez de chaussée den ganzen Winter unbewohnt und kalt, und ich sorgte für gleiche Temperatur des Wassers. Die Gefäße standen auf einem ungeheizten fast ganz frei stehenden Ofen, der, wie hier zu Lande gebräuchlich ist, auf einem steinernen Fundamente ruhte; dadurch hatte ich, denke ich, alles für die Erhaltung der inneren

Ruhe in meinen Wassern gethan. In der That stand die ganze Zeit von 22 Stunden das blaue Wasser völlig unentfärbt, von unten scharf abgeschnitten, und das untere völlig ungefärbt. Bloß gegen Ende verliefen sich die Ränder etwas in einander, doch nur sehr wenig, so daß man in der Entfernung von einigen Fußsen die Scheidung für ganz scharf ansah. Vielleicht auch schien in der Nahe der Rand des gefärbten Wassers sich gemischt zu haben nur deswegen, weil sich mein Auge nicht völlig in der Horizontalebene der Scheidungsfläche der Flüssigkeiten befand. Nach diesen 22 Stunden zapfte ich jedes dieser Wasser mit einem Heber sorgfältig in abgeforderte Gläser ab, mit der Vorsicht, kein Wasser $\frac{1}{2}$ Zoll über und unter dem Rande mitzunehmen. Ich kostete in Gesellschaft einer meiner hiesigen Collegen, Herrn Prof. German's, die blaue Flüssigkeit. Sie schmeckte scharf-salzig, ob schon weniger als die ungefärbte; und als ich den größten Theil derselben auf der Weingeistlampe abrauchen ließ, hatte ich eine namhafte Portion Kochsalz auf dem Boden.

Dieser Versuch munterte mich auf, den folgenden mit der größten Sorgfalt, ebenfalls in Gesellschaft des Herrn Prof. German, anzustellen, und zwar mit einem glockenförmigen Gefäße von 7" Durchmesser und 9" Höhe, um ja Wasser genug zu haben, um alles erforderliche damit anfangen zu können. Ich hatte mich im voraus mit einem gehörig langen, unten fein zugespitzten Glastrichter ver-

sehen, und mit einem bequemen Heber. Ferner nahm ich zwei Aräometer zu Hülfe, ein Fahrenheit'sches nach Nicholson's Construction, welches 3000 Gran wiegt und für das destillirte Wasser von 14° Temperatur 500 Gran Auflegegewicht erfordert, und bei welchem $\frac{1}{2}$ Gran Zulage sehr merklich ist, womit ich also das specifische Gewicht von Flüssigkeiten bis auf $\frac{1}{200}$ leicht bestimmen kann. Weil aber zuweilen Versehen gemacht werden, wenn man die aufgelegten Gewichte eifrig und folglich schnell zählt, so brauchte ich noch das von Homberg erfundene und von Hassenfratz aufgefrischte und verbesserte Aräometer. Ich habe es noch nicht für destillirtes Wasser angewendet; von dem gefärbten nicht salzigen Wasser enthielt es bei der damahligen Temperatur von $+5^{\circ}$ R. 898 Gran.

Da der vorige Versuch mich belehrt hatte, daß die beiden Wasser sich der Farbe nach völlig unvermischt erhalten, auch wenn sie nicht mit schmelzendem Eise umgeben sind; da ich ferner glaube, daß in der Temperatur des Frierpunkts die Verwandtschaften überhaupt viel schwächer sind, als in höhern, ob schon kaltes Wasser so viel Kochsalz auflöst als warmes, und ich außerdem den Versuch so haben wollte, daß er nicht bloß für diesen Fall des Frierpunkts, der sonst fast immer Ausnahmen macht, oder vielmehr oft eine Gränzlinie für abwechselnde Reihen von Phänomenen abgiebt: so ließ ich absichtlich das schmelzende Eis weg, und freute mich, daß

ich eine Temperatur von $+4^{\circ}$ bis $+5^{\circ}$ R. hatte, theils, um das Spiel der Verwandtschaften nicht zu sehr zu erhöhen, theils auch vorzüglich, damit, wenn ja eine kleine Veränderung in der Temperatur des Zimmers geschehen sollte, ihre Wirkung auf die Ausdehnung der Flüssigkeiten ein Minimum blieben und also gewiß keine hier gefährlichen Strömungen erzeugen könne. *) Sie geschah, wie gesagt, und betrug beinahe 1° R., also hier nichts bedeutendes. Mit völliger Gewissheit kann ich also darauf rechnen, daß der folgende Versuch als entscheidend angesehen werden kann.

Versuch XVII. Ich bereitete zuerst die beiden Flüssigkeiten mit einerlei Wasser, die salzige ungefärbt und die ungesalzene blau gefärbt, und sorbete sie bloß durch grobe Leinwand, indem es mir nicht einmahl unangenehm war, feine Unreinigkeiten darin zu haben, welche mir Strömungen entdeckt haben

*) Graf von Rumford selbst führt S. 115 nach de Lüc'schen Beobachtungen an, daß nahe am Frierpunkte die letzten $22\frac{1}{2}^{\circ}$ F. oder 10° R. das Wasser sein Volumen nur um 0,0002 ändert. Nun hatte ich während der 22 Stunden des Versuchs nicht einen vollen Grad Temperaturänderung; folglich konnten sie nicht 0,00002 Aenderung in den specifischen Gewichten ausmachen, also auch wahrlich keine Strömungen erzeugen, die beide Wasser hätten mischen können. Ja, ich glaube, daß man dreist annehmen kann, daß Temperaturänderungen von 10° R. diese Strömungen nicht erzeugen würden.

würden, wenn ja welche Statt gefunden hätten. Dann bestimmte ich ihr specifisches Gewicht nach beiden Aräometern. Es war

fürs blaue Wasser:

Ganzes Gewicht des Fahrenheitischen Aräometers	3507
Gewicht des Wasserinhalts im Hombergischen Aräometer	898

für das Salzwasser:

Ganzes Gewicht des Fahrenheitischen Aräometers	3650
Gewicht des Wasserinhalts im Hombergischen Aräometer	939½

Nun goß ich erst die blaue Flüssigkeit in die Vase vorsichtig, wartete es ab, bis alle Oscillationen darin verschwunden waren, und goß dann mittelst eines langen gläsernen Trichters mit einer sehr engen Oeffnung (von $\frac{1}{10}$ ") das Salzwasser auf den Grund des Gefäßes. Die obere Flüssigkeit stieg völlig horizontal in die Höhe, und von der untern scharf abgefondert. Damit aber beim Abnehmen des Trichters das Salzwasser, das in dessen langem Halse enthalten war, nicht in die blaue Flüssigkeit käme, verichloß ich diesen Hals von oben mit einem Korke völlig, so daß, beim Herausnehmen, das Salzwasser in der Röhre wie in einem Stechheber hing, und ganz heraus kam, ohne den geringsten Verlust. Ich hatte also redlich dafür gesorgt, daß durchaus kein Salz in die obere Flüssigkeit kam, als dasjenige, was von selbst aufsteigen würde.

Während 22 Stunden fand ich beide Flüssigkeiten dem Scheine nach völlig unvermischt, nur schien die Gränze etwas weniger scharf als beim Einsetzen. Indess hatten meine Familie und meine Domestiken den Befehl erhalten, keine Thür im Hause zuzuschlagen. — Etwa in der 22ten Stunde zapfte ich beide Flüssigkeiten mit einem Heber ab, jede in ein besonderes Gefäß, mit der Vorsicht, wenigstens 1 Zoll Wasser über und unter der Gränze stehen zu lassen, um ja der etwas verwischten Gränzlinie nicht nahe zu kommen. Nun wog ich beide Wasser wieder und fand:

für das blaue Wasser:

Ganzes Gewicht des Fahrenh. Aräom.	3513
Gewicht des Wasserinhalts im Hombergischen Aräometer	902

für das ungefärbte Salzwasser:

Ganzes Gewicht des Fahrenh. Aräom.	3630
Gewicht des Wasserinhalts im Homb. Aräom.	935

Aus diesen Gewichtsunterschieden beider Flüssigkeiten vor und nach dem Versuche ist es offenbar, daß das blaue Wasser Salz erhalten, das ungefärbte aber Salz verloren hatte. Noch mehr zeigte das der Geschmack; am deutlichsten die Abdampfung. Denn ich erhielt durch die Abdampfung von 898 Gran des blauen salzig gewordenen Wassers einen Bodensatz von 18 Gran, der allerdings nicht bloßes Salz war, da ich wußte, daß, außer dem blauen Pigmente, das ungesalzene Wasser noch kohlenfauren Kalk enthielt. Ich nahm also unge-

salztes blaues Wasser von dem nämlichen Versuche, und rauchte eine gleiche Menge ab, und fand nun den Bodensatz $\approx 12\frac{1}{2}$ Gran, so dafs die eigentliche Salzmenge $5\frac{1}{2}$ Gran, und der Gehalt also etwa $\frac{1}{1,3}$ ausmachte.

So sah ich gleichsam im Geiste das Salz aus dem untern Wasser ins obere wandern; allein ich wollte gern es mit den leiblichen Augen auch sehen. Kochsalz konnte ich zwar nicht auf eine sichtbare Art wandern lassen, wohl aber andere Stoffe. Ich nahm daher am nämlichen Tage etwas Schwefelsäure, verdünnte sie in sehr vielem Wasser, so dafs ihr specifisches Gewicht im Hombergischen Aräometer 922 nach Herstellung der Temperatur betrug, da hingegen das blaue ungesäuerte Wasser wie vorher 898 wog. Diese beiden Flüssigkeiten behandelte ich auf eine ähnliche Art und mit den nämlichen Vorfichten wie das Salzwasser. Zugleich hatte ich ein Glas voll blauen Wassers daneben aufgestellt, um die Farbenänderungen in der über der Säure schwebenden blauen Flüssigkeit genau schätzen zu können. So wie die Säure mit der größten Vorsicht über die Lackmustrinctur kam, röthete sich augenblicklich die blaue Gränze, ohne sich zu verwischen, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll hoch völlig, und die obern Schichten wurden gleich violett. Nach und nach nahm die rothe Farbe in den obern Schichten zu; gegen Abend war sie hochroth; am folgenden Morgen, als ich den Versuch mit Salzwasser beendigte, war alle obere Flüssigkeit blaß rosenroth. Früher

hatte die Gränze angefangen, sich zu verwischen; das kam aber nicht von einer mechanischen Vermischung her, sondern weil die Farbe durch den unmittelbaren Contact der Säure anfang zu zerstört zu werden. Ein anderes Glas, gleichfalls mit Lackmufstinctur und Säure gefüllt, gab ganz ähnliche Resultate, nur schneller, weil die Farbe weniger intensiv war, als im andern größern Glase. Ich wog nun beide Flüssigkeiten im Hombergischen Aräometer, und fand die rothe = 907, die ungefarbte 918. Ein offener Beweis, daß die Säure in namhafter Menge übergetreten war.

Diese wichtigen Facta zeigen uns unwidersprechlich, daß chemische Mischungen völlig ohne mechanische geschehen können, nur langsamer, daß also mechanische Vermischungen, wenn sie bei chemischen Statt finden, durchaus unwesentlich, eigentlich zufällig sind.

Man erlaube mir, den disputatorischen Theil dieser Abhandlung mit einer gewifs nicht ganz unwichtigen Bemerkung zu schliessen. Wenn ein Mann von so entschiedenen Verdiensten, von einem so vorzüglichen Scharfsinne für physikalische Untersuchungen, als der Gr. von Rumford, so weit die Wahrheit verfehlen konnte, besonders bei der Menge von Versuchen, die er anstellte; so dürfen wir, glaube ich, uns zur festen Regel in physikalischen Untersuchungen machen, wenn es darauf ankömmt, ganz neue Naturgesetze aufzustellen, durchaus nie dem indirecten Wege der Forschung zu trauen, und

besonders nie auf einzelnen Versuchen ein Gebäude von Lehrsätzen aufzubauen, so lange noch irgend etwas in diesen Versuchen unausgemacht bleibt, es mag übrigens noch so unwahrscheinlich seyn, daß dieses Unbekannte auf unsre vorhabende Arbeit Einfluß habe. Zwar geht es nicht immer an, den Gegenstand so vollständig zu behandeln, und ich glaube gern, recht gern, daß es nicht immer einer großen Anzahl von Versuchen bedarf, um eine Thatsache auszumachen; wohl aber gründlich angestellter und beobachteter Versuche. Kann aber diese Gründlichkeit nicht immer erreicht werden, — denn wie oft sind nicht unsre Kräfte zu eingeschränkt dazu, — so, glaube ich, muß man ein gerechtes Mißtrauen in seine Untersuchung setzen, wenn sie — nicht Meinungen, wie es in der Naturlehre so viele noch giebt, sondern — anerkannten Naturgesetzen und andern ausgemachten Thatsachen widerspricht. Diesem goldenen Mißtrauen verdankte Lavoisier die unerschütterliche Festigkeit der Hauptsätze des neuen chemischen Systems, das seinen Namen führt, und wahrlich die Aussicht, auch so etwas zu leisten, wenn gleich bei weitem nicht in diesem Maasse, muß den ächten Naturforscher für seine Strenge gegen sich selbst ein schöner Ersatz seyn.

Nun komme ich zu dem versprochenen neuen Satze in der Lehre der Wärmeleitung. Er ist ganz kurz folgender:

Ein Körper oder ein Aggregat von Körpern leitet, unter übrigens gleichen Umständen, die freie Wärme um so leichter, je homogener die Theile desselben sind, um so schwerer, je heterogener sie sind.

Es giebt keine Hypothese über den Mechanismus der Fortleitung der Wärme, in welche dieser Satz nicht passte, und aus welcher er nicht schon a priori deducirt werden könnte, die Hypothese sogar nicht ausgenommen, welche das Daseyn eines eignen Wärmestoffs läugnet. Schon dieses spricht sehr für ihn, weil man daraus schon muthmaßlich schliessen kann, daß er von keiner Hypothese abhängig sey, und keine Hypothese enthalte. Allein dieser Umstand würde nur eine höchst wahrscheinliche Hypothese aus dem Satze selbst machen, wenn es nicht Mittel gäbe, directe Erfahrungsbe- weise dafür zu liefern.

Um diese Beweise zu geben, mußte ich zwei Substanzen entweder von gleicher Leitungsfähigkeit wählen, oder solche, deren eine, die ich als Zwischenleiter brauchen wollte, ein größeres Leitungsvermögen als die andere hat, welche die Wärme durch sie erhalten sollte. Das erstere ist vielleicht unmöglich; das letztere war also nothwendig. Denn hätte ich zum Zwischenleiter einen schlechtern Wärmeleiter genommen, so konnte die erfolgende mindere Temperatur auf Rechnung dieses geringen absoluten Leistungsvermögens gesetzt werden. Wenn man die Mayerischen und Richmannischen Versuche über das Leistungsvermögen der Kör-

per mit einander vergleicht, so findet man, daß das Blei ein etwa 5 Mal so großes Leitungsvermögen hat, als das Wasser. Wenn also die Dazwischenkunft einer Bleiplatte eine gegebene Wassermenge verhindert, eine Temperatur zu erhalten die sie ohne diese Dazwischenkunft erhalten würde so müssen wir daraus schließen, daß diese Dazwischenkunft die Leitung beträchtlich vermindere. Denn wenn das nicht wäre, so müßte ein 5 Mal besserer Leiter der Wärme als das Wasser die gehörige Temperatur 5 Mal schneller erzeugen, als eine Wasserschicht an dessen Stelle. Auf diese Betrachtung gestützt, baute ich folgenden Apparat.

Auf einem Dreifusse steht ein cylindrisches Gefäß von Weißblech *ABCD*, Taf VI, das im Durchmesser 3" 7'" rheinl., in der Höhe 4" hat, mit einer kleinen ableitenden Röhre *E*, damit, wenn Wasser hineingegossen wird, es immer in der gleichen Höhe *E* bleibe, mithin immer dieselbe Menge in allen Versuchen darin enthalten sey. *KIHG* ist ein gleichfalls cylindrisches Gefäß, aber von reingeschabtem Blei, 1" 9'" weit, 3" hoch und $\frac{1}{60}$ " dick. Ich hatte dafür gesorgt, daß am Boden so wenig Löthung als möglich angebracht wurde, um die Dicke des Randes nicht beträchtlich zu vermehren. Dieses kleine Gefäß ruhete in dem großen auf einen festen Dreifusse *DIHC*, so daß die Entfernung desselben vom Boden beständig dieselbe war, nämlich 1". Ferner hatte dieses Bleigefäß nahe am Boden ein kleines Loch, damit, wenn es

gefüllt und ins grössere getaucht würde, der innere und äussere Wasserstand immer wechselseitig gleich blieben. Ein Draht *ALB* diente zum Aufhängen eines Thermometers, und eine mit Weingeist gefüllte Schale *N* zur Erwärmung des ganzen Apparats. Wenn das Instrument so aufgestellt war, wog

das Wasser im Bleigefässe	1450 Gr. = 3 Unz. 10 Gr.
das Wasser im grossen Gefässe	8170 - = 17 - 10 -
das Bleigefäss selbst	780 - = 1 - 300 -
alles Wasser zusammen etwa	20 - —

Bei allen Versuchen, die ich mit diesem Apparate anstellte, brauchte ich, um die Temperatur im kleinen und grossen Gefässe zu beobachten, nur ein Thermometer, weil ich schon aus ähnlichen Beobachtungen weiss, dass zwei Thermometer immer falsche Resultate geben, da ich noch nie 2 Thermometer gesehen habe, die ein gleiches Leistungsvermögen besitzen. Ausserdem war, das Aus- und Einlegen des Thermometers für den Versuch nützlich, indem dadurch Bewegungen in der Flüssigkeit entstanden, welche die Mischung der Temperatur in den einzelnen Gefässen beförderten. Das Thermometer wurde bei jeder Beobachtung im kleinen Gefässe gerade in der halben Höhe des Wassercylinders aufgehängt, und im äussern in derselben Höhe *m*, und zwar in der Mitte zwischen beiden Wänden *GH*, *BC*.

Ueber die zu erwartende Wirkung dieses Apparats fällt ich folgendes Urtheil. Das Wasser im grossen Gefässe wird von unten erwärmt, und, wie man

von einer Weingeistflamme und von der convexen Gestalt des Bodens des großen Gefäßes erwarten mußte, nicht ganz gleichförmig. Folglich mußten (besonders auch wegen des Daseyns des Bleigefäßes,) starke Strömungen entstehen, und durch diese die Temperaturen, die in den untern Theilen entstanden, schnell durch die ganze Masse fortgepflanzt werden. Im kleinen Gefäße, welches von den Seiten und durch den Boden erwärmt wurde, mußten gleichfalls diese Strömungen entstehen, weil beim Uebergange der Wärme aus dem äußern ins innere Gefäß, die an den Wänden und am Boden liegenden Schichten höhere Temperaturen erhielten, als die der Achse nähern; und da das innere Gefäß nur 1" 9'" Durchmesser, mithin nur $10\frac{1}{2}$ " im Radius hatte, so mußten diese Strömungen beinahe eine völlig gleiche Temperatur in allen Theilen dieses Gefäßes erzeugen. Da endlich das Blei ein 5. Mahl besserer Leiter ist, als das Wasser, so sollte die Temperatur im innern Gefäße nicht sehr merklich von der des äußern, so lange als die Erwärmung dauert, abweichen, wenn die Erwärmung von der Heterogeneität des Gefäßes kein Hinderniß erhielt. Wenn das äußere Wasser den Siedegrad erreicht haben würde, hätte folglich auch gleich darauf das innere Wasser ins Sieden kommen sollen. Gesah das Gegentheil; blieb, während der Erwärmung des äußern Wassers, das innere um eine namhafte Anzahl von Graden zurück, und konnte es zuletzt gar nicht den Siedepunkt erreichen: so war kein

Zweifel mehr übrig, daß die Heterogeneität des Materials dem Durchgange der Wärme ein Hinderniß sey.

Ich stellte nun folgenden Versuch, (nach mehreren andern präparatorischen,) an, mit der Vorsicht, immer bei *m*, das ist, in dem großen Gefäße, zuerst zu beobachten, und nach der Beobachtung im kleinen das Thermometer wieder ins große zu hängen, so daß die Temperaturen im kleinen Gefäße eigentlich noch alle um etwas zu groß sind. Um vollends allen Verdacht zu entfernen, daß hier fremde Umstände zum Vortheile der äußern Temperatur obwalten, die nicht bei der innern Statt finden, bräuchte ich noch die Vorsicht, vor jeder Beobachtung im äußern Gefäße das Thermometer auf $\frac{1}{2}$ Secunde heraus zu nehmen, das heißt, etwa so lange, als das Thermometer Zeit brauchte, um vom äußern Wasser ins innere überzugehen.

XIXter Versuch.

Lufttemperatur + 14°,0 R.

Zeit in Minuten.	Temperatur im großen Gefäße.	Temperatur im kleinen Gefäße.		
		in der Mitte.	am Rand.	am Boden.
0	20°,0	20°,0	20°,0	20°,0
5	40,0	34,0		
8	das Wasser im äußern Gefäße kauft, bei 53° R			
10	56,0	50,0		
15	70,0	63,5		
20	79,0	75,0		
20½	80,0	75,2		
21	80,0	76,0		
22	80,0	76,3		
23	80,0	76,7	77,5	78,0
24	80,0	76,7	77,5	78,0
26	80,0	76,8	77,5	78,0
28	80,0	77,0	77,5	78,0
30	80,0	77,0	77,5	78,0
32	80,0	77,0	77,5	78,0
35	80,0	77,0	77,5	78,0

Nun wurde d. Flamme ausgelöscht u. d. Erkaltung beob.

36	76,3	75,0		
37	75,0	73,0		
38	73,7	71,5		
39	72,5	71,3		
40	70,7	69,7		
41	70,0	68,5		
42	68,0	67,0		
43	66,5	65,2		
45	63,2	62,0		
50	57,6	57,0		
55	53,0	53,0		
65	47,0	47,1		
70	43,7	43,9		
75	41,0	41,2		
80	39,3	39,6		
85	37,2	37,4		
90	35,7	35,9		

Lufttemperatur

12,5

Dieser

Dieser Versuch liefert eine schöne Ernte von Resultaten. Man sieht zuerst, daß das äußere Wasser, ehe es völlig siedet, im Durchschnitte immer um 5 Grade wärmer ist, als das innere. Um zu wissen, wie viel von diesem Unterschiede auf die Entfernung der Achse des Cylinders vom Rande komme, fügte ich gleich nach dem Sieden des äußern Wassers die Beobachtungen am Rande und am Boden des kleinen Gefäßes hinzu, und diese zeigen, daß zwischen den Beobachtungen am Rande und in der Achse nicht ein voller Grad Unterschied Statt findet. Geben wir noch einen Grad zu, für den Unterschied, der zwischen der Temperatur der am Blei unmittelbar liegenden Schicht, und der, die das Thermometer, dessen Kugel nicht volle 3'' Durchmesser hat, anzeigt, so bleiben noch 3 volle Grade Ueberschuß, deren Ursache wir nur in der Heterogenität des Bleies und des Wassers suchen können.

Ferner sehen wir hier, daß das äußere Wasser, welches immer im vollsten Sieden begriffen war, $9\frac{1}{2}$ Minute brauchte, um das innere Wasser von $75^{\circ},2$ auf 77° zu bringen, und daß, nachdem es diese Temperatur erreicht hatte, es in 7 folgenden Minuten nicht stärker zu erwärmen, und also nicht zum Sieden zu bringen war. Ja, ich habe sogar in andern Versuchen gefunden, daß, wenn ich das Kochen des äußern Wassers länger fortsetzte, die Temperatur des innern Wassers wieder unter 77° fiel, wahrscheinlich wegen eines leichten Ueber-

zugs von niedergeschlagenem Kalke, der sich äußerlich an das bleierne Gefäß anlegte, und eine dritte heterogene Materie dem Durchgange so mächtig entgegen setzte, daß das aufs stärkste kochende Wasser den Verlust der Wärme im kleinen Gefäße durch die Ausdunstung nicht zu ersetzen vermochte.

Dieser Versuch beweiset also bündig den Satz, daß die Dazwischenkunft des Bleies *als einer heterogenen Substanz* den Uebergang der freien Wärme um etwas hindere.

Die Beobachtung der Erkaltung liefert auch manche interessante Resultate, von denen ich die wichtigsten ausheben will. In der ersten Minute fiel das innere Wasser auf 75° , das äußere aber wegen der letzten Bildung des Dampfes, auf $76^{\circ},3$; nach der zweiten Minute jenes auf 73 , dieses auf 75° ; und von nun an nahm die Erkaltung ziemlich regulär ab, bis wir nach 18 Minuten beide Temperaturen gleich, nämlich 53° finden. Das äußere Wasser ereilt also in der Erkaltung das innere um die 2° , die es wärmer war. Die Ursache davon lag ohne Zweifel darin, daß das äußere Wasser, vermittelt des Blechgefäßes, der Luft eine größere Oberfläche darbietet, als das innere, und hier sieht man etwas wirklich auffallendes. Das innere und äußere Wasser boten der Luft und dem Ausdunstungsprozesse Oberflächen dar, welche gerade in directen Verhältnisse ihrer Menge waren, indem die Kubikinhalte cylindrischer Gefäße von gleicher Höhe sich wie die Grundflächen verhalten. Folg-

lich kommt auf die Wirkung der Luft, die in ihren Strömungen durch nichts gebindert, sondern vielmehr durch meine nicht ganz ruhige Gegenwart befördert war, und eine Metalloberfläche von ungefähr 44 Quadratzoll berührte, nicht mehr als eine Erkaltung von 2° in 18 Minuten, indess die ausdunstende Oberfläche, in allem von etwa 9 Quadratzoll, in der nämlichen Zeit eine Erkaltung von 20° bewirkte. Daraus scheint zu folgen, dafs, bei gleicher Oberfläche und in hohen Temperaturen, die Ausdunstung des Wassers eine beinahe 50 Mahl grössere Erkaltung verursache, als die blofse Entweichung des Wärmestoffs durch die dünne metallene Wand in der atmosphärischen Luft.

Verfolgen wir die Erkaltung in den nächsten 35 Minuten, so finden wir die Unterschiede zwischen der Temperatur des äufsern und innern Gefässes beinahe beständig $0^{\circ},2$, woraus man schliessen mufs, dafs die Erkaltung durch die Metallwände nur $0^{\circ},2$, durch die Ausdunstung aber etwa 17° , mithin 85 Mahl grösser war, den Unterschied der Fläche noch nicht mitgerechnet. Dafs diese Bestimmungen, besonders von den letztern Datis genommen, nichts weniger als genaue Verhältnisse zwischen der Erkaltung durch die Ausdunstung und die durch den einfachen Uebergang der Wärme liefern, weifs ich sehr gut; allein sie zeigen doch gewifs an, dafs das wahre Verhältnifs für hohe Temperaturen nicht weit von 50:1 liegt, und es ist nicht unwahrscheinlich, dafs dieses Verhältnifs für kleine Temperaturen noch grösser ist. Dürfte ich mir es erlauben,

praktische Anwendungen von diesen zu meinem gegenwärtigen Endzwecke nicht wesentlich gehörigen Beobachtungen zu machen, so würde ich den schädlichen Einfluß der nassen Füße und der feuchten Luft auf unsern Körper hieraus herleiten, und dabei auf den ungeheuern Verlust an Wärme aufmerksam machen, welchen wir durch diesen doppelten Umstand im Herbst und Frühjahre, besonders im Norden, leiden. Doch das gehört nicht zu meinem jetzigen Zwecke.

Da der vorige Versuch mit dem besten bekannten Leiter unter den festen Körpern vorgenommen wurde, so ist es keinem Zweifel unterworfen, daß unser Satz nicht auch von allen übrigen festen Körpern wahr sey; allein er berechtigt uns noch nicht, allgemein zu schließen, sondern wir müssen den Beweis für die Flüssigkeiten auch direct führen. Ich wollte daher nun das *Quecksilber* als den besten bekannten Leiter unter den Flüssigkeiten an die Stelle des Bleies des vorigen Versuches treten lassen. Da ich indess in bleierne Gefäße kein Quecksilber gießen konnte, mußte ich ein gläsernes nehmen, welches, die viel größere Dicke ausgenommen, zufällig beinahe die nämliche Dimension als das Bleigefäß hatte; und da das Glas ein viel schlechterer Wärmeleiter ist als das Blei, mußte ich damit zwei Versuche anstellen, den einen ohne, den andern mit Quecksilber.

Der Versuch ohne Quecksilber wurde zuerst angestellt. Ich goß das gläserne Gefäß mit Wasser

ganz voll, dann das äußere Gefäß, aber weniger als in den vorher gehenden Versuchen, so daß der Wasserspiegel 15^{'''} tiefer stand, erwärmte vermittelst des brennenden Weingeistes das äußere Gefäß, und beobachtete an einem Thermometer, welches beständig zu einer bestimmten Tiefe im kleinen Gefäße hing, den Uebergang der Temperatur in dasselbe. Beim zweiten Versuche füllte ich das äußere Gefäß mit einer gleichen Wassermenge, goß aber in das Glasgefäß nur so viel Quecksilber, bis es im Niveau des Wassers im äußern Gefäße stand, und goß dann Wasser darauf, bis zur völligen Füllung des Glases. Das Thermometer hing wie im vorigen Versuche, nämlich in der halben Höhe der vor dem Quecksilber stehenden Wassersäule. — Das Wasser im ersten Versuche wurde also erwärmt, einerseits durch die Wärme, welche unmittelbar aus dem äußern Wasser durch die Glaswände hinein drang, dann durch den aufsteigenden Dunst und Dampf, der sich an den obern Wänden des Glasgefäßes niederschlug. Im zweiten Versuche fand eine ähnliche doppelte Erwärmung Statt, nur mit dem Unterschiede, daß sie aus dem äußern Wasser ins Quecksilber trat, und von da erst in das Wasser um die Thermometerkugel hinauf stieg. Da nun das Quecksilber ein drei Mal so guter Leiter der Wärme ist, und nicht so viel Wärmestoff erfordert, als das Wasser, um eine gleiche Temperatur zu erhalten, so sollte jetzt die Temperatur des Wassers im kleinen Gefäße durchaus merklich höher seyn, als im er-

ten Versuche; und ist sie gleich oder gar niedriger, so ist es gar keinem Zweifel unterworfen, daß dieser Unterschied von der Heterogenität des Wasser und Quecksilbers herrührte.

Lufttemperatur = + 14° R.

Zeit in Minu- ten.	XX.	XXI.	Zeit in Minu- ten.	XX.	XXI.
	Temperatur im kleinen Ge- fäße mit Wasser allein.	Wasser und Quecksilber.		Temperatur im klei- nen Gefäße mit Wasser allein.	Wasser und Quecksilber.
0	18,0	18,0	17	57,0	54,0
1	18,0	18,0	18	59,0	57,1
2	18,0	18,0	19	60,8	60,0
3	18,9	18,2	20	62,0	61,0
3½	—	es faulet im äußern Ge- fäße	21	63,1	62,4
			22	64,0	64,1
			23	64,1	65,0
4	20,0	19,2	24	65,0	65,4
5	21,7	20,3	25	65,0	65,9
5,9	es faulet im äußern Ge- fäße	—	26	65,1	66,0
			27	65,8	65,9
			28	65,8	66,0
			29	65,8	66,3
6	24,1	22,1	30	65,8	66,8
7	26,0	24,5	31	65,8	66,9
8	28,7	26,9	32	65,9	66,8
9	31,5	30,0	33	66,0	66,5
10	34,0	32,5	34	66,1	66,2
11	37,7	35,7	35	66,0	66,1
12	41,0	39,0	36	66,0	65,9
13	44,8	42,2	37		65,8
14	47,7	45,7	38		65,4
14½	—	formliches Kochen	39		65,1
			40		64,2
15	51,1	48,4			
16	53,5	51,2			
16	formliches Kochen	im äußern Gefäße			

Der hier sich zeigende namhafte Unterschied der Temperaturen ist entscheidend, und beweiset also, daß der Durchgang der Wärme durch die Heterogenität des Quecksilbers und Wassers verzögert wird. Uebrigens machen die Resultate dieser Versuche einige Bemerkungen nöthig. Fürs erste sieht man, daß die Temperatur im äußern Gefäße in XXI ungefähr um 2 Minuten vor der in XX vorrückt. Ich hatte zwar für völlig gleiche Feuerung gesorgt, indem ich jedes Mahl gleich viel von demselben Weingeiste in der nämlichen Schale anzündete; und da ich die Versuche beide in einem Nachmittage bei verschlossenen Thüren und Fenstern anstellte, so ist es gar nicht wahrscheinlich, daß die Zimmerluft im zweiten Versuche merklich mehr Sauerstoffgas enthalten haben sollte, um die Verbrennung des Weingeistes zu befördern. Die Ursache zu dem Vorrücken der äußern Temperatur im XXIsten Versuche lag in einem andern Umstande. Der sogenannte Kornspiritus, den ich dazu brauchte, enthält, wie bekannt, einen Ueberschuß an Kohlenstoff über den reinen Weingeist, der in der Entzündung einen feinen Ruß verursacht. Mit einer solchen feinen Rußschicht, (also mit einer Schicht eines heterogenen und über dies bekanntlich schlecht leitenden Körpers,) war nun der Boden meines Gefäßes von den vorigen Versuchen her belegt, als ich den XXsten Versuch anfang. Beim XXIsten fiel mir dieser Umstand ein, und ich glaubte, daß ich nicht gewissenhaft genug zu Werke gehen würde, wenn ich die

Anhäufung dieser Rufschiebt zuliefse, ohne Erwähnung von derselben zu machen, und dals dieser Mangel an Genauigkeit, der zum Vortheile meines Satzes ausfallen würde, mir billig vorgeworfen werden könnte. Ich entschloß mich also, die Rufschiebt vor dem XXIsten Versuche abzuwischen, obschon ich Gefahr lief, durch den Nachtheil der bessern Erwärmung in diesem Versuche seine Beweiskraft zu schwächen, und ich war entschlossen, im Falle die Temperatur im kleinen Gefäße nicht geringer ausgefallen wäre, als im XXsten, die beiden Versuche, jedes Mal unter völliger Reinigung des Bodens des Gefäßes, zu wiederholen. Da ich aber namhafte Unterschiede bekam, so war diese Wiederholung unnütz, besonders, da ich vorher dieselben Versuche, unter etwas modificirten Umständen und mit ähnlichen Resultaten, angestellt hatte. Will man übrigens aus diesen Versuchen die wahre gleichzeitige Temperatur erkennen, so muß man alle Temperaturen von XXI um 2 Minuten herunter lassen.

Die zweite wichtige Beobachtung, welche diese Versuche liefern, ist, dals, bald nachdem das Wasser im äußern Gefäße siedet, die Temperatur in XXI die in XX einholt, und dann nach und nach bis um 1° übertrifft. Da dieses Phänomen den vorher gehenden Resultaten nicht analog ist, auch, wie ich selbst gestehe, wider meine Erwartung sich zeigte, so bedarf es einer Erklärung. So lange das Wasser im äußern Gefäße nicht kochte, ge-

scheh die Mittheilung der Wärme aus dem äußern Gefäße ins mittlere nach dem einfachen Gesetze der Wärmeleitung, das von dem Unterschiede der Temperaturen und der specifischen Leitungsfähigkeit abhängt. So bald aber das Wasser kocht, kömmt eine neue Art Erwärmung zu der ersten. Es entsteht in dem äußern Wasser eine höhere Temperatur, als es im tropfbar-flüssigen Zustande zu haben fähig ist. Folglich bildete sich Dampf, der, indem er an das minder warme Glasgefäß anstößt, sich dort zersetzt und seine freie Wärme abgiebt. Indess geht die andere Erwärmung noch immer vor sich. Das kleine Gefäß erhält also hierdurch, so wie das Wasser zu kochen anfängt, einen neuen Zuschuss an Wärme, bevor das Quecksilber, vermöge seiner geringern Capacität, mehr fortleitet und weniger behält, als das Wasser, mithin eine größere Temperatur davon erhält, und folglich das Wasser über sich zu einer höhern Temperatur treiben kann. Vor dem Kochen wirkte das Quecksilber allerdings durch die nämliche Eigenschaft, aber das Resultat aller hier wirkenden Ursachen war durch die Heterogenität dennoch, eine niedrigere Temperatur auf Seiten der Wärmeleitung durch Quecksilber. Hingegen muß der neue Zuschuss von Wärmestoff durch die Dampfzersetzung, der außerdem von einem andern Gesetze als dem der Wärmeleitung abhängt, auch das Resultat hier ändern; und der ganze Versuch zeigt, daß die Retardation der Wärmeleitung durch die Heterogenität allerdings

den Vorthail der bessern Leitung und der geringern Capacität im Quecksilber durch alle Temperaturen des tropfbar-flüssigen Wassers überwiegt, aber nicht wenn der Uebergang der Wärme noch durch einen andern ansehnlichen Ueberschufs von erzeugter freier Wärme unterstützt wird.

Ich glaube also meinen Satz auch für den Fall, da die heterogenen Materien Flüssigkeiten sind, erwiesen zu haben. Zwar habe ich nur Wasser und Quecksilber dieser Prüfung unterworfen; allein ich erinnere mich, daß ich vor 4 Jahren schon mit der Luft Versuche in einer analogen Absicht anstellte, die dasselbe für die Luft bewiesen. Es war nämlich zur Zeit, als ich die Wirkung der eisernen Klappen, womit man die Ofenröhren hier zu Lande verschließt, untersuchte. Ich glaubte, daß, da sie von Eisen, und also von einem weit bessern Leiter als die Luft sind, sie eher zur Erkaltung der Oefen, als zur Erhaltung ihrer Wärme beitragen würden, und daß man dabei gewinnen würde, wenn man nur die Ofenthür recht luftdicht verschloße, und zugleich die Klappe in der Rauchröhre wegließe. Um diese Meinung zu prüfen, machte ich mir einen zweckmäßigen Apparat, wodurch sich die Erkaltung eines Körpers zwei Mahl unter ganz gleichen Umständen beobachten konnte, mit dem einzigen Unterschiede, daß ich in dem einen Versuche durch eine dünne Bleiplatte die Ofenklappe vorstellte, im andern aber sie wegließ. Ich habe diesen Apparat seit der Zeit stückweise anders

verwendet und die aufgezeichneten Beobachtungen verloren; aber ich erinnere mich sehr deutlich, daß ich das Entgegengesetzte von dem beobachtete, was ich erwartet hatte, und daß dieser Versuch die erste Idee von dem Satze der verminderten Leitung durch Heterogenität in mir erweckte. — Anstatt dieser nun verlorenen Versuche werfe man einen Blick auf die Versuche XIII, XIV, XV, und vergleiche das Resultat von XIII mit dem vorhergehenden. In diesen Versuchen finden wir geringere Temperaturen nicht nur, als in dem correspondirenden IXten, sondern auch als in dem correspondirenden Vten mit Wasser, und sogar als in II mit Luft, da doch Wasser und Quecksilber bei weitem mehr leiten als Luft. Vergleicht man endlich XV mit seinem correspondirenden VI, so findet man auch da noch einigen Verlust, obschon in XV die Luftschicht dünner ist, und das Quecksilber so viel Mal leichter leitet als die Luft.

Man sieht hier, wie mein Satz der Verschlechterung der Leitung durch Heterogenität mir nützlich war, um zu beweisen, daß die Fortpflanzung der Wärme in den zwölf ersten Versuchen nicht durch das Glas geschehe. Ohne ihn hätte ich vielleicht diese Wahrheit nie so vollkommen erweisen können. Allein das ist nicht der einzige Nutzen. Unter den verschiedenen Anwendungen desselben will ich, da ich mich hier vorzüglich mit des Grafen von Rumford Schrift beschäftigt habe, einige Phänomene auswählen, die er anführt und für

unerklärbar anhebt, wenn man seine Hypothese der Nichtleitung nicht zum Grunde legt.

Das Phänomen der warmen Bäder zu Bajā, d. nämlich das auf dem heißen Sande spülende Meerwasser nicht heiß wurde, indess der darunter liegende Sand in der Tiefe von 2 bis 3 Zoll so heiß war, daß man die Hand nicht darein halten konnte, beweiset weniger, als irgend ein anderes Phänomen für die Nichtleitung des Wassers. Die Oberfläche des Sandes war ja kalt, und das Spülen der Meereswellen mußte nach der Rumfordischen Hypothese ihm seine Wärme entziehen. Der große Unterschied zwischen den Temperaturen des Sandes an der Oberfläche und 2 Zoll tiefer erklärt sich ganz natürlich aus dem Umstande, daß das Wasser zwischen den Sandkörnern keine Strömung ausüben konnte, aus der schlechten absoluten Leitungsfähigkeit der Kieselerde, und aus der relativen schlechten Leitungsfähigkeit des heterogenen Gemisches von Wasser und Sand. Wenn solche 3 mächtige Ursachen zusammen wirken, was Wunder, daß der Effekt der absoluten Wärmeleitung des wenigen Wassers zwischen den Sandkörnern so geringe ausfällt?

Der 17te Versuch Seite 70, da die Zinnplatte, wenn sie auf das Eis aufgelegt wurde, das Schmelzen des Eises gänzlich verhinderte, obgleich das unmittelbar darüber liegende Wasser 40° Fahrenheit warm war, läßt sich nur durch den Satz der geschwächten Leitungsfähigkeit durch Heterogenität

erklären, und liefert einen neuen Beweis für diesen Satz. Wäre die Platte von einem schlechten Leiter genommen, so möchte man dieser absolut schlechten Leitungsfähigkeit das Phänomen zuschreiben. Allein das Zinn hat eine 3,6 Mal größere Leitungsfähigkeit als das Wasser: *) folglich kann die Heterogenität allein an dem Phänomene Schuld haben.

*) Diese und ähnliche Bestimmungen habe ich zuweilen aus den Meyerischen und Richmannischen Angaben, zuweilen aus den Rumfordischen gezogen, welche nicht mit einander völlig harmoniren. Meine Versuche V, VI, VII, VIII mit IX, X, XI, XII verglichen, geben offenbar dem Quecksilber einen weit größern Vortheil über das Wasser in der Leitungsfähigkeit, als die der angeführten Physiker.

Parrot.

II.

Von dem Electricitätsverdoppler,

von

DESORMES und HATCHETTE,

(dem Nationalinstitute vorgelegt am 31sten Oct. 1803) *)
mit Bemerkungen des Herausgebers.

— — Der von Bennet erfundene und von Darwin und Nicholson verbesserte Electricitätsverdoppler zog die Aufmerksamkeit der Physiker nicht eher auf sich, als bis Read in den *Philosophical Transact. for* 1794 eine Reihe interessanter Versuche über die Electricität der Luft, in welcher geathmet ist, bekannt machte. **) In Frankreich wurde er erst 1796 durch einen Auszug bekannt, den die *Bibliothèque Britannique* von Read's *Summary View of the spontaneous electricity of the earth and atmosphere* lieferte, und aus der die Beschreibung des Electricitätsverdopplers in die *Annales de Chimie*, Dec. 1797, übergetragen

*) Zusammen gezogen aus den *Ann. de Chim.*, t. 49, p. 45. d. H.

**) Die Geschichte des Duplicators, Beschreibungen der vorzüglichsten Abänderungen desselben, sammt der verwandten Instrumente, und Untersuchungen über die Zuverlässigkeit seiner Resultate findet man in den *Annalen*, IX, 121 — 187. d. H.

wurde. *) Nach dieser Beschreibung sind in Paris 2 oder 3 drehbare Electricitätsverdoppler gemacht worden, deren einen die *Ecole de médecine* besitzt. Sie ließ ihn der *Ecole polytechnique*, und wir haben uns desselben bedient, um die frühesten Versuche Bennet's und Volta's über die Electricität der Metalle, die sich berühren, zu wiederholen. **)

*) Vergl. *Annalen*, IX, 130 f. d. H.

**) In den *Ann. de Chimie*, t. 44, p. 267, findet sich ein Auszug aus Bennet's Versuchen mit einem drehbaren Duplicator nach Nicholson's Einrichtung, wie sie in Bennet's *New Experim. on Electricity*, Derby 1789, beschrieben sind, von Desormes und Hatchette, *pour servir à l'histoire de cette partie de l'électricité qu'on nomme Galvanisme*. Hier wird indess nichts davon gesagt, daß sie Bennet's Versuche wiederholt hätten, und mit welchem Erfolge. Die Beschreibung ist auch so mangelhaft, daß nicht einmal bemerkt wird, aus welchem Metalle die Scheiben von Bennet's Duplicator bestanden haben, und wie die berührenden Metalle an die Scheiben angebracht wurden; weshalb daraus sich nicht viel mehr abnehmen läßt, als daß schon Bennet wahrgenommen habe, daß Körper ihren electrischen Zustand durch bloße Berührung zu verändern vermögen, daß er dabei aber an Electricitätserregung durch Berührung heterogener Metalle noch nicht gedacht, sondern irriger Weise geglaubt habe, die Scheibe und das sie berührende Metall hätten einerlei Electricität, und letzteres theile die seinige, oder die anderer Körper, der Scheibe mit. Als die feste Scheibe des Duplicators (H), die

Mehrere Mängel, die wir an demselben bemerkten, haben wir an dem abzuheffen gesucht, welches wir vor kurzem für die polytechnische Schule haben machen lassen, und dessen Beschreibung wir hier mittheilen.

Tafel III stellt in Fig. 1 den Grundriss, oder die Projection auf den Horizont, und in Fig. 2 und Fig.

mit dem Goldblatt-Electrometer in leitender Verbindung stand, mit Reifsblei, und zugleich die ihr gegenüber stehende bewegliche (*K*) mit Blei berührt wurde, divergirte das Electrometer nach 13 bis 15 Umdrehungen des Duplicators mit $+E$; dagegen bei Berührung von *H* mit Blei und *K* mit Reifsblei nach einer gleichen Zahl von Umdrehungen mit $-E$. So wurden auch Reifsblei und Eisen, Blei und Eisen, Zinn und Eisen, Zink und Eisen, Reifsblei und Zink, mit beiden Scheiben in Berührung gesetzt. Als *H* mit Eisen, *K* mit Stahl in Berührung gewesen war, divergirte das Electrometer nach 15 Umdrehungen mit $-E$, und bei einer entgegengesetzten Berührung mit $+E$. Zuletzt wurde *H* allein mit Reifsblei, und bei einem zweiten Versuche allein mit Zink berührt, worauf das Electrometer zuerst nach 13 bis 16 Umdrehungen mit $+E$, und beim zweiten Versuche nach 14 bis 18 Umdrehungen mit $-E$ divergirte. „Es scheint hiernach,“ meinte Bennet, „daß, vermöge der adhäſiven Verwandtschaft der Electricität, am Reifsblei die *positive*, am Zink die *negative* haſte;“ indeß, wie wir jetzt wissen, dieſer Verſuch vielmehr umgekehrt beweist, daß in Berührung mit der Scheibe *H*, das Reifsblei negativ-, der Zink positiv-electriſch wurde.

d. H.

3 zwei Aufrisse, oder Projectionen auf Vertical-ebenen, des Instrumentes vor, und zwar in der Lage, in welcher die Kurbel der Achse senkrecht in die Höhe steht. Einerlei Buchstabe bezeichnet in allen drei Projectionen dasselbe:

ABCD das angestrichene Fußgestell.

EE', *ee'* zwei senkrechte cylindrische Pfeiler von Glas oder Messing.

FF' die gläserne Achse, welche in zwei Pfannen läuft, (*sur des tourillons*,) die von den Pfeilern *EE'*, *ee'* gehalten werden.

L einen auf der gläsernen Achse fest sitzenden Messingring mit einer Hülse, in welcher der Glasstab eingekittet ist, der an seinem Ende die bewegliche Scheibe *KK'* trägt. Diese Scheibe ist bestimmt, die entgegen gesetzte Electricität der beiden festen Scheiben anzunehmen, und die Electricität dieser, durch das Spiel der Maschine beim Umdrehen fortwährend zu verdoppeln. Vermöge der Einrichtung der Pfannen und Hülse, welche die Achse tragen, läßt sich die bewegliche Scheibe nach Belieben den beiden festen Scheiben um einige Millimètres nähern, oder um so viel von ihnen entfernen. Die Pfannen stehen in keiner leitenden Verbindung mit den Scheiben, und dadurch vermeiden wir allen Argwohn einer Electricität, welche durch Reibung der beweglichen Theile des Instruments, (die in Read's Duplicator mit den Scheiben in Verbindung stehn,) hervor gebracht würde.

HH' , hh' sind zwei Glasäulen, an ihren Enden mit messingenen Schrauben versehen, in welche die beiden festen Scheiben H , h passen.

MN ist ein zweiter auf der gläsernen Achse befestigter Messingring. Aus ihm gehn 4 Messingstäbe N' , N' aus, deren jeder einen kleinen Messingdraht trägt, welchen er vermittelt einer Schraube hält. Diese Drähte dienen, die beiden Scheiben H , h unter sich, und dann eine derselben, z. B. h , mit dem Erdboden abwechselnd in leitende Verbindung zu bringen.

oo' ist ein in dem Fußgestelle befestigter, und folglich mit der Erde leitend verbundener Messingstab.

pp' ein zweiter ähnlicher Messingstab, der einen kleinen Draht trägt, mit welchem die bewegliche Scheibe bei jedem Umlaufe ein Mahl in Berührung kommt. Beide Stäbe sind in Fig. 1, größerer Deutlichkeit halber, nicht an ihrer wahren Stelle gezeichnet; den besten Platz für sie wird indessen jeder leicht auffinden.

r , r' , r'' sind starke, in die festen Scheiben eingeschraubte Messingdrähte, gegen welche die feinen von MN ausgehenden Drähte beim Umdrehen der Achse schlagen.

Endlich stellt Fig. 4 nach einem noch ein Mahl so großen Maassstabe die Kurbel, welche an der gläsernen Achse angebracht ist, und den Mechanismus vor, durch den man die bewegliche Scheibe

KK' den beiden festen H , h nähern, oder etwas weiter von ihnen entfernen kann.

Dreht man die Kurbel von vorn nach hinten, so kommt die bewegliche Scheibe K , k zuerst der festen Scheibe H gegen über zu stehn. In dem Augenblicke, da dieses geschieht, muß die entgegengesetzte Seite der beweglichen Scheibe durch den Draht des Stabes pp mit dem Boden in leitende Verbindung treten, und kurz zuvor müssen zwei der vom Ringe MN getragenen Drähte mit den Drähten rr in Berührung seyn, um die beiden festen Scheiben leitend zu verbinden. Hiernach sind die Drähte zu biegen, und vorzüglich muß man dahin sehen, daß diese letztere Verbindung eher als die erstere eintritt. — In dieser ersten Lage der beweglichen Scheibe häuft sich die Electricität der beiden festen Scheiben, in der Einen ihr gegen über stehenden H , und sie selbst nimmt in eben dem Grade die entgegengesetzte Electricität an.

Dreht man nun weiter, so kommt die Scheibe KK der andern festen h gegen über. In dieser ihrer zweiten Lage bleibt sie isolirt; dagegen wird die hintere Seite der festen Scheibe h , durch zwei der Drähte am Ringe MN , mit dem Stabe oo , und durch ihn mit dem Boden in leitende Verbindung gesetzt. Sogleich nimmt h durch Vertheilung die entgegengesetzte Electricität von KK an, folglich dieselbe mit der andern festen Scheibe H , ungefähr in gleicher Intensität, als diese.

In jeder andern Lage der beweglichen Scheibe KK als in den beiden hier beschriebenen, müssen sie, und die beiden festen Scheiben, völlig isolirt und ausser aller leitender Verbindung unter sich oder mit dem Erdboden bleiben. — Man übersieht leicht, daß bei fortwährendem Spiele des Instruments die $+E$ in der festen Scheibe H , bei jeder Umdrehung, durch die gleich starke $+E$ in der zweiten festen Scheibe vermehrt, und also ungefähr verdoppelt werden, und daß die $-E$ in der beweglichen Scheibe in gleichem Grade, Umdrehung für Umdrehung zunehmen müsse. — Um die so wechselnde Electricität wahrzunehmen, setzen wir die eine der beiden festen Scheiben mit einem gewöhnlichen Goldblatt-Electrometer in Verbindung. Read bringt in seinem Duplicator unmittelbar an den festen Scheiben Electrometer mit Hollundermarkkugeln an, die frei in der Luft herab hängen; diese aber werden durch die Bewegung der Luft, so wie des Instruments selbst, gestört, das nach seiner Construction nur wenig Stabilität hat. Auch in dieser Hinsicht ist unsre Construction vorzuziehen.

Ein Versuch, welcher beweist, daß der Verdoppler, selbst, wenn er isolirt wird, eine Quelle positiver und negativer Electricität ist.

Es ist bekannt, daß die Scheiben des Electricitätsverdopplers, wenn man ihn in der Luft eine Zeit lang umdreht, sich electrificiren, auch wenn sie zuvor mit keinem electrificirten Körper in Berührung

gewesen sind; doch hielt man es bisher für eine wesentliche Bedingung dieser Electricität, daß die Scheiben mit dem Boden in leitende Gemeinschaft kämen, und richtete den Verdoppler so ein, daß diese Bedingung erfüllt wurde. Der folgende Versuch beweist, daß diese leitende Gemeinschaft mit dem Boden nicht wesentlich nöthig ist, und daß es hierin mit dem Verdoppler dieselbe Bewandniß, als mit der electricen Säule habe.

In einem Aufsatze über die electriche Säule, welcher im National-Institute im September 1802, (Fructidor J. X,) vorgelesen ist, haben wir darge-
gethan, daß eine isolirte Säule und eine isolirte Nairne'sche Electrirmaschine, vermittelt des Condensators eben so viel Electricität hergeben, als wenn sie mit der Erde in leitender Verbindung wären. *) Was die Nairne'sche Maschine betrifft, so machte man die Bemerkung, daß schon Franklin diese Thatsache bemerkt habe. Es ist wahr,

*) Dieser Aufsatz ist, so viel ich weiß, nicht im Drucke erschienen. Eine vollkommen isolirte Säule giebt selbst vermittelt des Condensators am einen Pole kaum eine Spur von Electricität, wenn der andere Pol nicht in leitende Gemeinschaft mit der Erde oder mit Leitern von einiger Capacität gesetzt wird; das zeigt jeder leicht anzustellende Versuch, und bestätigte auch vor kurzem Biot mit seinem vorzüglichen Apparate, (*Annales*, XV, 95.) Ich muß daher gestehen, daß ich die Befugniss Hachette's zu obiger Behauptung nicht einsehe.

Franklin, um zu beweisen, daß eine geladene Leidner Flasche weder mehr noch weniger electrische Materie enthält, als wenn sie entladen ist, bediente sich schon einer isolirten Electrirmaschine, und dieser sein Versuch, den Charles in seinen Vorlesungen anzustellen pflegt, war uns nicht unbekannt. Wir stellten aber unsern Versuch in einer andern Absicht an, und Franklin glaubte keineswegs, daß eine isolirte Nairne'sche Maschine electrische Materie nach Belieben hergeben könne. Denn in demselben Briefe, worin er von diesem Versuche Nachricht giebt, sagt er: „Isoliren Sie die Maschine, und Sie werden aus dem ersten Leiter nur wenige Funken ziehen können, die alles sind, was das Reibezeug hergeben kann.“

Der Electricitätsverdoppler ist ein neues Beispiel einer vom Erdboden isolirten Maschine, welche immerfort electrische Materie hergiebt. Man nehme die beiden Messingstäbe oo' , pp' mit ihren Drähten fort, und setze statt ihrer einen einzigen isolirten Stab mit 2 Drähten, welche so gebogen sind, als die vorigen, so ist alle leitende Gemeinschaft der beweglichen und der festen Scheiben mit dem Erdboden während des ganzen Spiels der Maschine aufgehoben. Setzt man nun den Verdoppler in Bewegung, so giebt er zugleich beide Arten von Electricität, und in kurzer Zeit entsteht ein Funke zwischen den beiden damit geladenen Scheiben. Man beraube diese Scheiben mehrere Mahl hinter einander, und so oft man will, ihrer Electricität;

immer werden einige Umdrehungen hinreichen, um sie wieder in den vorigen electricischen Zustand zu versetzen. *)

*) Der Verdoppler nach H a t c h e t t e's Einrichtung ist, wenn die Drähte oo' , pp' mit dem Boden in leitender Verbindung stehn, ein eigentlicher *Ben-ner'scher duplicator*; nimmt man aber statt dieser beiden Drähte einen einzigen isolirten Draht, so wird das Instrument zu einer Art von *Nicholson'schem Duplicator* worin der isolirte Draht die Stelle der isolirten Kugel vertritt, (vergl. *Annalen*. IX, 140, Anm.) H a t c h e t t e scheint die nöthige Vorsicht ganz übersehen zu haben, die nach Herrn Prediger B o h n e n b e r g e r's sorgfältigen Versuchen unumgänglich erfordert wird, wenn man in den Duplicatoren das Erscheinen einer freiwilligen Electricität, die sich ohne vorher gegangene Mittheilung zeigt, möglichst vermeiden will. Er hätte vor dem Versuche die Scheiben von einander getrennt, und jede für sich, durch Draht von einerlei Art, in freier Luft mit der Erde in leitende Verbindung setzen, und sie darin eine Nacht über lassen müssen, (*Annalen*. IX, 180 und 183) „Nie habe ich,“ versichert Herr B o h n e n b e r g e r, „wenn das geschehn war, mit meinen Nicholson'schen Duplicatoren auch nur eine Spur von Verdoppelung, ohne vorgängige Mittheilung erhalten.“

Indefs sind die Nicholson'schen Duplicatoren des Herrn B o h n e n b e r g e r von denen Nicholson's und H a t c h e t t e's in einem Punkte verschieden, der für die Entstehung der freiwilligen Electricität von wesentlichem Einflusse seyn könnte. Der Bohnenberger-Nicholson'sche Du-

Diese Eigenschaft des Verdopplers, Electricität herzugeben, wenn er bloß mit der Luft in leitender

plicator mit horizontaler Achse, (*Ann.*, IX, 138 s.) hat zwei bewegliche Scheiben, und nur Eine feste Scheibe; jene stehn einander gegen über, und während die eine herab geht, steigt die andere hinauf. In seinem Nicholson'schen Duplicator mit verticaler Achse, (*Annalen*, IX, 163,) bewegen sich beide Scheiben in ihren Horizontalebene, und in seinem Schieber-Duplicator, (*Annalen*, IX, 139,) gehn sie seitwärts hin und her, ohne in beiden zu steigen oder zu sinken. Gesezt nun, was Erman bei Spitzen und Stangen wahrgenommen hat, (*Annalen*, XV, 385,) finde auch bei solchen dünnen Flächen, wie die Scheiben des Duplicators sind, Statt, (und das ist sehr wahrscheinlich;) — gesezt also, bei nicht zu langsamer Bewegung der drehbaren Scheibe *herabwärts*, werde diese *negativ*, und bei einer nicht zu langsamen Bewegung *heraufwärts* werde sie *positiv-electrisch*; — so haben wir hier eine Quelle der verschiedenartigsten Erscheinungen freiwilliger Electricität im Duplicator Nicholson's und Hachette's, aus der die bisher beobachteten und noch nicht erklärten Anomalieen vielleicht genügend abzuleiten wären.

Steht zu Anfang der Operation die bewegliche Scheibe *K* zu oberst, und sie wird nun etwas schnell nach der festen *H* zu herab gedreht, so ist sie durch diese Bewegung, wenn sie *H* gegen über kömmt, — *E*, electrifizirt folglich, so wie *H* und *A* durch die Drähte leitend verbunden werden, beide feste Scheiben durch Vertheilung, indem $H + E$, $A - E$ annimmt. Nun kömmt zwar *K* auf einen

Verbindung ist, nimmt mit dem Durchmesser der Scheibe, und mit ihrer Entfernung, [Annäherung?]

Augenblick mit dem Boden in leitende Gemeinschaft, es könnte aber doch wohl seyn, daß es dadurch sein $-E$, und H sein $+E$, nicht völlig verlöre. Beim Weiterdrehn würde die $-E$ sich in der Scheibe K verstärken, bis diese in die unterste Lage gekommen wäre, dann zwar beim Ansteigen wieder um eben so viel abnehmen; der festen Scheibe k gegen über aber doch immer noch in einigem Grade $-E$ seyn, und dadurch in $k + E$ von gleicher Intensität hervor bringen. — So fände sich nun $+E$ in beiden festen Scheiben, das bei jeder fernern Umdrehung zum Doppelten steigen müßte, bis es endlich zur Divergenz mit $+E$, und zu Funken käme.

Stünde dagegen die bewegliche Scheibe zu Anfang der Operation in der untersten Lage, so würde sie während des Steigens im Anfange der Operation $+E$ annehmen, und dadurch auf ähnliche Art die festen Scheiben mit $-E$ afficiren, und dieses durch Verdoppeln bis zur Divergenz der Electrometer verstärken. — Liefse man die bewegliche Scheibe in horizontaler Ebene umlaufen, so würde keine freiwillige Electricität sich zeigen, (wenigstens so fern sie aus diesen Gründen entstände.)

Da mir jetzt kein zuverlässiges Instrument dieser Art zu Gebote steht, so muß ich es andern überlassen, besonders dem scharfsinnigen Entdecker der Electricität durch Herauf- und Herabbewegen, diese Vermuthungen durch Versuche zu prüfen. — Gegen sie scheint das Resultat zu seyn, welches Bennet aus etwa dreißig Versuchen mit einem

zu; und wird endlich selbst ein Hinderniß, um die den festen, oder der beweglichen Scheibe mitgetheilte Electricität zu erkennen. Denn ist diese nur schwach, so obliegt die Electricität aus jener natürlichen Quelle, und wird von ihr ganz absorbiert. Man muß daher zu einem Verdoppler, der

Nicholson'schen Duplicator zieht: daß nämlich, um durch die freiwillige Electricität des Duplicators, ohne vorgängige Mittheilung, eine gleiche Divergenz des Goldblatt-Electrometers zu erhalten, immer die wenigsten Umdrehungen erfordert wurden, wenn die bewegliche Scheibe zu Anfang der Operation einer der festen gerade gegen über stand, (*Ann. de chimie*, t. 44, p. 271,) weshalb er als vorzüglichste Ursache der freiwilligen Electricität die Anziehung der electrischen Materie ansetzt, welche aus der Nähe ($\frac{1}{16}$ Zoll: und dem Parallelismus der Scheiben entspringe, und meint, sie äußere sich desto eher, je größer die Scheiben sind, (*ibid.* p. 275.) — Dafür glaube ich zu Gunsten meiner Vermuthung die Bemerkungen Read's, (*Annalen* IX, 154*,) deuten zu können. Er brachte Scheiben von Metallen, Holz, Horn, Gyps, Salmiak, Alaun, und selbst von Glas an den Duplicator an, um wo möglich eine Materie zu finden, bei welcher sich keine freiwillige Electricität, die man gemeiniglich der Adhäsion zuschreibe, im Duplicator zeige; allein bei allen erzeugte sich Electricität, und zwar von ziemlich gleicher Intensität und gleicher Art, mit der übereinstimmend, welche ein in der Luft empor ragender Metalldraht annahm, weshalb er sie der *Luftelectricität* zuzuschreiben geneigt war.

d. H.

die ihm mitgetheilte schwache Electricität wahrnehmbar machen soll, nur kleine Scheiben nehmen; und dann wird das Instrument sehr einfach und tragbar.

Der Bürger Dumoutiez, *Ingénieur en instruments de mathématique, Rue du Jardinot*, verfertigt Electricitätsverdoppler nach der hier mitgetheilten Beschreibung.

III.

S K I Z Z E

*der von BENNET vor 1789 und von
CAVALLO vor 1795 angestellten Ver-
suche über Electricitätserregung durch
gegenseitige Berührung von
Metallen,*

von

WILL. NICHOLSON.

Nicholson hatte seiner Uebersetzung von Volta's Brief an Delamétherie, worin Volta in Frankreich seinen Electromotor zuerst bekannt machte, einige Bemerkungen und Zweifel beigefügt, *) die sich folgender Maßen schlossen:
„Was das Princip von Volta's Electromotoren
„betrifft, so muß ich bemerken, daß wir schon
„von Bennet viele directe Versuche haben, in
„denen Metalle in einfache oder in doppelte Berüh-
„rung mit den Scheiben des Duplicators gebracht
„wurden, worauf sich Electricität zeigte, die er
„*adhäsive* nennt; und andere von Cavallo über
„die Electricität, welche durch die Berührung oder
„den Stoß eines Stücks Metall, das er meist aus
„der Hand auf eine isolirte Metallplatte fallen ließ,
„bewirkt wurde. Das Datum von Volta's

*) Nicholson's Journ., 1802, Vol. 1, p. 142. d. H.

versuchen ist mir unbekannt, doch glaube ich, als sie weit jünger als die von Bennet sind. Bennet so wohl als Cavallo scheinen der Meinung zu seyn, daß verschiedene Körper eine gleiche Anziehung oder Capacität für Electricität haben; die sonderbare Hypothese von *Electromotion*, oder von einem beständigen Strom von Electricität, der durch die gegenseitige Berührung zweier verschiedenartiger Metalle entstehen soll, ist, wie ich fürchte, Volta'n eigenthümlich.“ *) Diese Aeußerung veranlaßte Ni-

*) Hier scheint mir ein zu weit getriebener Patriotismus Nicholson zu mehr als Einer Ungerechtigkeit gegen Volta verleitet zu haben. Er meint, [doch sehr mit Unrecht,] Volta's Theorie schreibe alles den Metallen, und nichts den Flüssigkeiten in der Säule zu; Davy's Construction von wirklichen Säulen aus zwei Flüssigkeiten und einem Metalle oder Kohle, werde daher Volta'n überzeugen, daß es zu übereilt gewesen sey, anzunehmen, Electricität sey das einzige wirkliche Agens der Phänomene der Säule, und die Flüssigkeiten wirkten darin bloß als Leiter; [Sätze, welche Volta in seinen später bekannt gewordenen Aufsätzen auf eine sehr genügende Art gerechtfertigt hat.] „Diesem will ich noch,“ sagt Nicholson, „einen sehr sprechenden Versuch Davy's über die directe Wirksamkeit der Flüssigkeiten in der Säule beifügen, den ich aus dem Gespräche mit Davy habe. Wird eine Säule aus Eisen und Kupfer wie gewöhnlich mit Wasser aufgebaut, so nimmt das Eisen $+ E$, das Kupfer $- E$ an;

Nicholson, in einem der folgenden Hefte, (Vol. 1, p. 184,) die erwähnten Versuche in einem kurzen Auszuge mitzutheilen, der mir klarer und belehrender scheint, als was Hatchette von Bennet's Versuchen ausgezogen hat; und da diese Versuche auch in Deutschland ziemlich unbekannt seyn dürften, so übertrage ich Nicholson's Aufsatz hierher, mit einigen Abkürzungen.

Abraham Bennet, Mitglied der königl. Societät der Wissenschaften zu London, gab seine *New Experiments on Electricity*, einen dünnen Quartband von 141 Seiten, 1789 auf Subscription heraus; und dies ist vielleicht Schuld, daß das jetzt seltene Werk in der gelehrten Welt nicht so bekannt geworden ist, als wenn das Buch auf dem gewöhnlichen Wege erschienen wäre. — — Bald nachdem er 1787 in den *Philosophical Transactions* seinen Duplicator bekannt gemacht hatte, fand Bennet, daß dieses Instrument Electricität erzeuge, ohne vorher gehende Mittheilung, so sehr man sich

„baut man sie dagegen mit [liquidem] Schwefel-
 „kali, statt mit Wasser auf, so nimmt das Eisen
 „— E, das Kupfer + E an. In ersten Falle wird
 „das Eisen oxydirt, im zweiten findet keine Oxy-
 „dation des Eisens Statt, und das Kupfer ist oxy-
 „dirt und wahrscheinlich auch mit Schwefel ver-
 „bunden.“ Dies ist der Versuch, von welchem
 Ritter in den *Annalen*, XVI, 3 2, redet. Eine
 eigne Nachricht Davy's über ihn habe ich nir-
 gends gefunden. d. H.

such bemühe, es von aller vorigen Electricität zu befreien. Späterhin bemerkte er bei einer Reihe von Versuchen mit einem drehbaren Verdoppler, wie ich ihn 1788 angegeben hatte, daß sich ein sehr großer Theil dieser adhärennten Electricität entfernen lasse, wenn man, während alle Scheiben des Verdopplers mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt sind, die Kurbel sehr oft umdreht, und dals unter dieser Vorsicht das Instrument die Natur der Electricität, welche demselben mitgetheilt wird, mit Zuverlässigkeit, und in einer Genauigkeit anzuzeigen vermöge, die alles weit übertrifft, was sich mit einfachern Instrumenten bewirken läßt. Da diese freiwillige Electricität aus keiner Reibung herzuleiten war, so glaubte sie Bennet „der zunehmenden Capacität sich nähernder paralleler Scheiben, welche wohl eine Ladung möchten an sich ziehen und zurück behalten können, wenn gleich keine von beiden isolirt sey,“ zuschreiben zu müssen. Um diese Hypothese zu prüfen und zu bestätigen, stellte er folgende Versuche an.

Er versuchte es wiederholt, dem Verdoppler alle freiwillige Electricität dadurch zu entziehen, daß er, während alle Scheiben durch Messingketten mit dem Boden verbunden waren, die bewegliche Scheibe 40 Mal umdrehte. Hielt er nun ein mit Drehen und nahm die Ketten ab, wenn die bewegliche Scheibe sich in einiger Entfernung von den festen Scheiben befand, so zeigte sich das Instrument

von freiwilliger Electricität vollkommener befreit als wenn die Ketten abgenommen wurden, wenn die bewegliche Scheibe der festen *H* gegen über stand. Im ersten Falle wurden 21, im letztern nur 16 Umdrehungen erfordert, um die freiwillige Electricität sichtbar zu machen. Er schloß daraus, es müßten die beiden einander parallel gegen über stehenden Platten durch eine vermehrte Capacität eine kleine Ladung annehmen, und vermöge dieser durch Verdopplung schneller eine wahrnehmbare Electricität erzeugen, als das bloß durch ihre [noch übrige] freiwillige Electricität geschehn seyn würde.

Um sich hiervon auf einem noch directern Wege, (auf welchem der Verdoppler bloß als Meßinstrument diene,) zu überzeugen, nahm er eine Kupferplatte von 13 Zoll Durchmesser, deren Oberfläche etwas convex war, befestigte in der Mitte derselben in einer Hülse einen isolirenden, 4 Zoll langen, überfirnißten Glasstab, den er unten mit einem Handgriffe von Holz versah, und legte, während er den Verdoppler von Electricität befreiete, diese Kupferplatte flach auf einen Mahagonytisch. Er nahm die Kette von den Scheiben des Verdopplers ab, als die bewegliche Scheibe der einen festen *H* gerade gegen über, und mit der Erde in Verbindung stand, hob dann die Kupferplatte isolirt auf, und brachte sie (*applied*) an die feste Scheibe *H*. Nach 5 Umdrehungen divergirten die Goldblättchen des Electrometers um $\frac{1}{4}$ Zoll mit — E.

Um

Um der Einwendung zu begegnen, daß in diesem Falle durch Reibung der Kupferplatte auf dem Magnetische Electricität könne seyn erregt worden, wiederholte er zuerst denselben Versuch, berührte aber die Kupferplatte, ehe er sie an die Scheibe *H* des Verdopplers brachte, mit der Spitze einer Nadel; und er fand, daß das Instrument seine freiwillige Electricität nicht in weniger als 15 Umdrehungen erzeugte. Darauf berührte er die Kupferplatte abermahls mit der Nadelspitze, und brachte ihre convexe Fläche erst mit Wasser, das sich in einer grossen Schüssel befand, und dann mit der Scheibe *H* des Verdopplers in Berührung. Dieser wurde hierdurch so viel Electricität mitgetheilt, daß die Goldblättchen des Electrometers nach 5 Umdrehungen mit $-E$ divergirten, wie im ersten Versuche. Bei einer Wiederholung desselben Versuchs, nur daß die isolirte bewegliche Scheibe mit der Kupferplatte berührt wurde, während die feste *H* mit der Erde in Verbindung war, zeigten sich gleichfalls nach 5 Umdrehungen Zeichen von Electricität, nur hatte, wie man erwarten mußte, *H* jetzt $+E$. Alle diese Versuche wurden mehrmahls angestellt. — Da in ihnen die Ladung der berührten Scheibe des Verdopplers immer negativ war, versuchte Bennet, ob nicht durch Veränderung der berührenden Oberfläche positive Electricität möchte zu erhalten seyn. Er überzog zu dem Ende die Kupferplatte, vermittelst Gummiwassers, mit Mennig, und darauf mit Weizenmehl, und

land, daß diese Substanz, wenn sie auf der Kupferfläche angetrocknet war, die Natur der Electricität änderte, welche durch Berührung mit ihr der Scheibe des Verdopplers mitgetheilt wurde. — Eine isolirte, mit einer Marmorplatte cohärirende Messingplatte wurde, nachdem der Marmor mäßig erwärmt wurde, mit einem spitzen Drahte ange-drückt; isolirt aufgehoben und auf die Deckplatte des Goldblatt - Electrometers gebracht, trieb sie die Blättchen mit negativer Electricität bis zum Aufschlagen aus einander.

Bennet glaubt aus diesen Versuchen schließen zu dürfen: 1. daß der Verdoppler von zufälliger oder mitgetheilter Electricität zu befreien sey; — 2. daß die vornehmste Ursache seiner freiwilligen Ladung auf Anziehung von Electricität bei der Annäherung seiner parallelen Scheiben an einander beruhe; — 3. daß diese Ladung positiv oder negativ seyn könne, je nachdem die Materie der Scheiben und die berührenden Drähte eine grössere oder eine kleinere adhäsive Verwandtschaft zur electrischen Materie haben; — 4. daß der Grund der freiwilligen Electricität dem Condensator und dem Verdoppler gemein, und in beiden gleich sey, so fern sie von gleicher Dimension und gleicher Kraft sind; — daß aber 5., weil der Verdoppler aus sehr kleinen Scheiben bestehe, und doch einem grossen Condensator an Kraft gleich seyn kann, die von selbst entstehende Electricität desselben von einer mitgetheilten Ladung leichter überwunden werden kön-

ne, als in einem Condensator von gleicher Kraft, und daß der Verdoppler deshalb minder zweideutige Resultate als der Condensator gebe. *)

Diese Betrachtungen führten Bennet zu andern Versuchen über die so genannte *adhäsive Electricität der Metalle und anderer Leiter*. Er beraubte den Verdoppler von seiner freiwilligen Ladung, stellte die bewegliche Scheibe *K* der festen *H* gegen über, doch so weit gedreht, daß sie isolirt war, und berührte nun zu gleicher Zeit jene mit der Spitze eines Drahts aus geschmiedetem Eisen, diese mit der Schneide eines Messers; nach 16 Umdrehungen divergirte das Electrometer ungefähr um $\frac{1}{3}$ Zoll mit $+E$. — Nun wurde der Verdoppler aufs neue seiner Electricität beraubt, die bewegliche Scheibe wie vorhin gestellt, und nun umkehrt sie mit dem Messer, die feste Scheibe *H* mit dem Eisendrahte berührt; nach 15 Umdrehungen divergirten die Goldblättchen mit $-E$. — Da es, meinte er, unglaublich scheinen könne, daß ein so geringer Unterschied in der adhäsiven Electricität, wie zwischen zwei so wenig verschiedenen Metallen, als weiches Eisen und gehärteter Stahl, bemerkbar zu machen sey; so wiederholte er diese Versuche sehr oft, und immer wurde die mit dem Messer berührte Scheibe positiv.

Nun schritt er zu ähnlichen Versuchen mit Blei-*stanz* und Blei, mit Blei und Eisendraht, mit Blei-

*) Ein unrichtiges Resultat. Vergleiche *Annalen*, IX, 144, 157, 185. d. H.

glanz und Eifendraht, mit Stanniol und Eifendraht mit Zink und Eifendraht, und suchte dann sowohl durch Berührung nur Einer der Scheiben des Verdopplers mit einem Metalle zu bestimmen, ob die adhäsive Electricität, (oder vielmehr die dadurch in der Scheibe des Verdopplers bewirkte Electricität,) positiv oder negativ sey. Die Resultate dieser Versuche giebt er in Tabellen. Ich halte es für überflüssig, das Detail derselben hierher zu setzen. Denn vermuthlich wurden diese Metalle in der Hand gehalten, und aus einer Menge Thatfachen sind wir berechtigt, zu schliessen, daß Friction (oder eine ihr gleich geltende Berührung,) dieser Substanzen mit der Haut des Menschen genug Electricität erregen könne, als daß es nöthig wäre sich nach einer andern Ursache der in diesen Versuchen wahrgenommenen Electricität umzusehen, wenigstens mehr als nöthig ist, um eine so geführte Untersuchung unzuverlässig zu machen. In der That scheinen mir die Resultate mehr Bestimmungen der durch Reibung der Hand mit den verschiedenen Substanzen erregten Electricität zu seyn, als irgend einer neuen oder besondern Eigenschaft dieser Substanzen selbst zuzugehören. *)

Neben mehreren andern interessanten Bemerkungen findet man in diesem Werke Bennet's

*) Hierin ist Nicholson im Irrthume. Bennet's Versuche scheinen die Electricität, in welche die berührte Scheibe des Verdopplers durch ihren Contact mit einem nicht-isolirten Metalle versetzt wur-

auch noch eine einfache Theorie der Erregung der Electricität durch das Glas und durch andere Reiber in unsern Electrirmaschinen. Der Taftflügel schließt sich genau an das Glas beim Reiben an, und dadurch werde die Electricität, welche stärker dem Glase *adhäre*, mit fortgeführt in die freie Luft, welche nicht, wie die negative Seide, der Glasfläche das Gleichgewicht halte und dadurch die Capacität des Glases erhöhe. Weil diese in der freien Luft abnimmt, lasse das Glas hier die absorbirte Electricität fahren. Das mit Amalgama bestrichene Kissen befördere den Prozeß dadurch, daß es eine leitende und mit der Erde in Verbindung stehende Fläche in genauere Berührung mit dem Glaskörper bringe.

Die Versuche Cavallo's findet man im dritten Bande seiner 1795 erschienenen *Electricity*. Er ließ, *mehrentheils aus seiner Hand*, einen Körper auf eine isolirte Zinnplatte so fallen, daß er von ihr auf einen Tisch oder Stuhl sprang; dieses wiederholte er mehrmahls hinter einander, und berührte dann mit der Zinnplatte die Platte seines Multipliers, der ihm durch wiederholte Verdopplung die erregte Electricität angab. — Nachdem ein Stück Zink, etwas schwerer als 1 Loth, 10 Mal auf die Zinnplatte gefallen war, zeigte

de, sehr genau anzugeben; nur Schade, daß wir nicht erfahren, aus welchem Metalle oder Metallgemische die Scheiben seines Duplicators bestanden.

d. H.

diese am Multiplicator — *E*. Dasselbe ein zweites Zinkstück. Als der Zink bis 110° F. erwärmt war, wurde die negative Electricität der Zinnplatte stärker. — Auch ein Schilling, eine halbe Krone, eine neue Guinee, ein Stück Kupfer, ein Stück hämmerbares Platin hatten bei diesem Versuche dieselbe Wirkung, nur in verschiedener Stärke. *) Platin erzeugte nur sehr wenig Electricität; durchhitzt gab es der Zinnplatte die entgegen gesetzte Electricität, nämlich + *E*. — Auch ein Stück Blei schien in der Zinnplatte — *E* hervor zu bringen; als es aber heiß war, gab es ihr + *E*. — Ein Stück Eisen gab sehr zweideutige Resultate. — Ein Stück Zinn (*grain tin*) gab heiß und kalt — *E*. Ließ er es aber von einer eisernen Zange auf die Platte und von ihr auf einen Stuhl fallen, und faßte es jedes Mal wieder mit der eisernen Zange auf, so erhielt er in der Platte eine + *E*, eine stärkere, wenn das Zinn heiß war. Cavalle wiederholte diese Versuche mehrmahls, und immer erhielt er — *E*, wenn er das Zinn aus der Hand, + *E*, wenn er es aus der eisernen Zange auf die Zinnplatte fallen ließ. — Wismuth erzeugt + *E*, doch, wenn er heiß war, — *E*, er mochte in ein kleines flaches Stück gegossen, oder von einem Brode abgebrochen seyn; bediente man sich aber statt der Hand der eisernen Zange, so gab er kalt — *E*.

*) Bekanntlich wird mit diesen Metallen Zinn in der Berührung positiv-electrisch. d. H.

Statt der Zinnplatte nahm nun Cavallo einen isolirten silbernen Löffel. Zink, den man aus der Hand darauf fallen liefs, erzeugte im Löffel — *E*, und zwar stärkere, wenn der Zink heifs war, bedeutend schwächere, wenn der Zink kalt und der Löffel heifs war. Es überraschte Cavallo'n, die Intensität der Electricität in diesen Versuchen an verschiedenen Tagen sehr verschieden zu finden; diese Verschiedenheit ist er geneigt der Beschaffenheit der Atmosphäre zuzuschreiben.

Um der Quelle der Electricität in diesen Versuchen auf die Spur zu kommen, wiederholte er sie mit vielen Abwechslungen. Er liefs ein Zinkstück von der isolirten Zinnplatte auf den isolirten silbernen Löffel, von diesem zurück auf jene, und so mehrmahl abwechselnd fallen; oder hing das Zinkstück an einen Seidenfaden, und liefs es dann mehrmahl isolirt gegen den isolirten Löffel schlagen. In beiden Fällen zeigte sich sehr selten irgend eine Spur von Electricität, und selbst wenn das Wetter und alle Umstände äufserst günstig waren, doch nur so wenig, dafs sie sich nur schwer sichtbar machen liefs.

Cavallo zweifelt hiernach, dafs sich die Phänomene der damahls so genannten thierischen Electricität derselben Ursache, welche in diesen Versuchen wirksam sey, möchten zuschreiben lassen. Denn stätt, dafs die Metalle in ihrer Berührung auf den präparirten Froschschenkel immer auf einerlei Art, und mit kaum wahrnehmbaren Unterschieden

wirken, wären die Effecte in diesen Versuchen sehr schwankend, und so z. B. sehr verschieden im Zink und Wismuth, indess diese immer die thierische Electricität stärker als Zink und Silber, oder Zink und Gold erregten. (?) Auch habe er nicht vermocht, durch so schwache Grade von Electricität, wie in diesen Versuchen, präparirte Froschschenkel zum Zucken zu bringen.

Als Resultate seiner Versuche stellt er folgende Sätze auf: 1. die Berührung eines Metalles mit einem andern erregt in der Regel Electricität; 2. die Menge und Art der so erregten Electricität variiren nach mehreren Umständen, welche auf die Erzeugung oder Modification derselben großen Einfluß zu haben scheinen. 3. Diese Umstände sind: die Natur der Metalle, ihre Temperatur, der Zustand der Atmosphäre, die Hand oder andere Körper, welche sie vorgängig berühren, u. d. m. *)

*) Im Kapitel vom Galvanismus, in seinen *Elements of natur. or experim. philosophy*. Lond. 1803, 8., Vol. 3, erwähnt Cavallo dieser seiner Versuche mit keinem Worte, trägt vielmehr alles nach Volta und Davy vor; wenn ich nicht irre, ein Beweis, daß er selbst jetzt keinen Werth auf sie legt.

IV.

BEOBSACHTUNGEN

ber die *Electricität* der metallischen
Substanzen,

von

H A U Y,

Prof. der Mineral. am naturh. Nat. Mus. in Paris. *)

Die verschiedenen Arten, wie sich in den Körpern Electricität erregen läßt, geben uns Charaktere, die zur Unterscheidung der Mineralien brauchbar sind, an die Hand.

Die merkwürdigste ist die Electricitätserregung durch Erwärmung. Bis jetzt kennen wir 6 Arten von Mineralien, die ihrer fähig sind, nämlich: den Turmalin, den Boracit, den Topas, den Méfotype, **) den Prebnit und den oxydirten Zink. ***)

Eine andere Art, die Electricität zu erregen, ist bei idio-electrischen Körpern das Reiben. Die erdigen Substanzen und die salzigen (*acidifères*)

*) *Annales du Muséum d'Hist. natur.*, No. 17, Tom. 3, p. 309. d. H.

**) So nennt Hauy einige Arten von Werner's strahligem und faserigem Zeolith. Von der Electricität desselben handelt Hauy im *Journ. des Mines*, No. 14, p. 87. d. H.

***) Zinkspath oder krySTALLisirten Galmei; von dessen Electricität *Mém. de l'Acad. de Paris*, 1785, p. 296. d. H.

nehmen dabei in der Regel die Glaselectricität, die brennbaren nicht-metallischen Körper die Harzelectricität an. Von letztern ist der Diamant ausgenommen, der die Glaselectricität hat. *)

Die anelectrischen Körper lassen sich nur durch Mittheilung electrificiren; und die Eigenschaft, auf diese Art electrisch zu werden, haben die regulinischen Metalle im ausgezeichnetsten Grade. Das ist, z. B., mit dem dem Jaspis beigemischten Eisen der Fall, dessen Gegenwart sich durch die Funken verräth, welche der auf einem electrificirten Körper liegende Jaspis giebt, wenn man ihm den Finger nähert. (?)

Ich bin auf die Idee gekommen, noch auf eine andere Art in den metallischen Substanzen Electricität zu erregen, nämlich sie isolirt auf einem anelectrischen Körper zu reiben. Dieser Körper und das Metall nehmen dann entgegen gesetzte Electricitäten an, und das Metall behält sie, wenigstens eine kurze Zeit über, bei. Reibt man so z. B. ein isolirtes Stück Zinn auf einem Seidenbände, so nimmt das Zinn die Harzelectricität, das seidne Band die Glaselectricität an, indeß letzteres, mit der Hand gerieben, die Harzelectricität erhalten haben wür-

*) Bekanntlich ist die Art der Electricität eines geriebenen Körpers mit von dem Körper abhängig, an dem er gerieben wird. Die Auslagen im Texte sind daher nichts sagend, wenn der Körper nicht angegeben wird, an dem die genannten gerieben, die erwähnte Electricität außern. d. H.

Verſchiedene Metalle geben, auf dieſe Art handelt, verſchiedene Arten von Electricität; her ſchien mir dieſes ein unterſcheidendes Merkmal mehr zu geben, welches die Mineralogie aus der Phyſik zu entlehnen hat.

Um ein Metall auf dieſe Art zu verſuchen, klebe ich ein Stückchen deſſelben, das ich zuvor, wenn es nöthig iſt, eben feile, mit Wachs an das Ende einer Stange Siegelack feſt, führe es isolirt 5 oder 6 Mal auf einem Stücke Tuch hin und her, und berühre dann damit den Kopf eines Voltaſchen Condensators. Dieſe Operation wiederhole ich mehrmals. Beim Abheben des Condensatordeckels divergirt dann das Strohhalmelectrometer mit der dem Condensator mitgetheilten Electricität, welche ich auf die gewöhnliche Art beſtimme.

Folgendes ſind die Reſultate meiner bisherigen Verſuche dieſer Art mit Metallen und Mineralen, wobei ich auch die Metalle mitgenommen habe, die bis jetzt noch nicht gediegen in der Natur vorgekommen, und die nur Hüttenprodukte ſind. Die, welche durch Reiben in vorzüglichem Grade electriciſch werden, habe ich beſonders bezeichnet.

Die Glaselectricität nehmen an:

Zink, ſtark

Silber

Wismuth, ſtark

Kupfer

Blei

Eiſenglanz, (*Fer oligiſte*)

Die Harzelectricität nehmen an:

Platin

Gold

Zinn

Antimonium

Kupferfahlerz, (*cuiore gris*,) starkKupferglaserz, (*cuiore sulfuré*,) starkKupferkies, (*cuiore pyriteux*,) starkBleiglanz, (*plomb sulfuré*,)

Tellurium von Nayac, stark

Antimonium-Silber

Glaserz, (*argent sulfuré*,) stark

Nickel

Glanz-Kobalt

Grauer Speiße-Kobalt

Graues Antimoniumerz

Schwefelkies, (*fer sulfuré*,)Magnetischer Eisenstein, (*fer oxydulé*,)

Bei diesen Versuchen habe ich mich der natürlichen, gediegenen Metalle bedient, und nur dann ein Hüttenmetall genommen, wenn das Metall selbst in der Natur nicht gediegen vorkömmt. Ferner habe ich alle diese Versuche sehr oft wiederholt, und fast immer mit einerlei Resultaten; der magnetische Eisenstein und der Eisenglanz waren beinahe die einzigen, bei welchen sich Anomalieen zeigten, indem sie nach Verschiedenheit der Umstände bald jene, bald diese Electricität äufserten. — Auch zeigte der Stahl, der gewöhnlich die Glaselectricität annimmt, ähnliche Anomalieen, welche vielleicht von seinem verschiedenen Gehalte an Kohlenstoff oder von dem Grade seiner Härtung abhängen.

Man sieht aus dieser Tabelle, daß in mehreren Fällen zwei in ihrem Aeußern ganz ähnliche metallische Substanzen sich durch den entgegen gesetzten Erfolg beim Electrisiren von einander unterscheiden lassen. So z. B. Platin und Silber, Silber und Antimonium-Silber, gediegenes Kupfer und Kupferkies, Eisenglanz und Fahlerz, u. s. f. Auch kann bei einigen metallischen Substanzen die Stärke der Electricität, die sie bei diesem Verfahren annehmen, als Kennzeichen dienen; so z. B. beim Kupferglaserz und Kupferfahlerz. Diese brauchen nur 10 oder 100 Mal über das Tuch hin und her geführt zu werden, um den Condensator oft bis zum Anschlag der Strohhalme beim Aufheben des Deckels zu laden.

V.

B E M E R K U N G E N

über die Funken, welche entstehen, wenn
Stahl gegen harte Körper geschla-
gen wird,

VON

HUMPH. DAVY,

Prof. der Chemie an der Royal Inst. *)

1. Schon zu Anfang des vorigen Jahrhunderts zeigte Hawksbee, daß in einem gehörig ausgepumpten Recipienten der Luftpumpe beim Zusammenschlagen von Feuerstein und Stahl keine Funken entstehen, sondern bloß ein schwaches Licht; **) ein Versuch, der seitdem sehr oft wiederholt und bestätigt worden ist.

Durch die neuern Aufklärungen in der Theorie des Verbrennens ist es klar, daß die lebhaften Funken, welche sich dem Stahle durch Schlagen gegen einen Feuerstein in der atmosphärischen Luft entlocken lassen, von dem Verbrennen der kleinen durch das Schlagen abgerissenen Stahltheilchen im Sauerstoffgas der Atmosphäre herrühren. Ob aber das schwache Leuchten beim Versuche im ausgepumpten Recipienten der Luftpumpe lediglich dem

*) Aus den *Journals of the Royal Inst.*, Vol. I, p. 264.

d. H.

**) *Philos. Transact.*, Vol. 24.

d. H.

Ab Sprengen und Abreißen kleiner Feuersteintheilchen, oder nicht auch zum Theil der Entzündung der kleinen getrennten Stahlfädchen zuzuschreiben sey, das schien bis jetzt zweifelhaft.

2. Ich habe häufig bemerkt, daß beim Versuche im Vacuo ein dünner platter Feuerstein, wie man ihn leicht beim Zersprengen erhält, ein lebhafteres Licht giebt, als ein dicker und starker; ein dicker Stein, der eben scharf genug war, um in der Luft am Stahle Funken zu geben, erzeugt im ausgepumpten Recipienten selten auch nur einiges Licht. Dieses scheint zu beweisen, daß die abgerissenen Stahltheilchen nicht leuchtend durch den Schlag werden, ausgenommen, wenn sie verbrennen. Folgender Versuch, der in einer Reihe von Vorlesungen über die Eigenschaften des Lichts im Theater der *Royal Institution* gemacht, und seitdem oft wiederholt worden ist, scheint dieses völlig zu erhärten.

3. Ein dünnes Stück Schwefelkies*) wurde statt des Feuersteins in ein Flintenschloß eingesetzt. Es gab beim Zusammenschlagen in der Atmosphäre sehr lebhaft Funken, welche mehrentheils weiß, (verbrennende Stahltheilchen,) zuweilen jedoch mit we-

*) Schon der Name: *Pyrites*, ist ein Beweis, daß die Eigenschaft des Schwefelkieses, beim Schlagen Feuer zu geben, vor gar langer Zeit bekannt war. Er wurde in den alten Flintenschlössern mit einem umlaufenden Rade als Flintenstein gebraucht.

niger rothen Funken, (verbrennenden Schwefelkiestheilchen,) vermischte waren. Das Flintenschloß wurde unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht, die Luft so weit verdünnt, daß die Barometerprobe nur noch auf 0,6 Zoll stand, und nun das Schloß abgeschnappt. Dabei zeigte sich nicht das geringste Licht, man mochte das Zimmer noch so genau verfinstern, und den Versuch noch so sorgfältig anstellen.

4. Es ist bekannt, daß unter gewöhnlichen Umständen auch der feinste Stahldraht in der Atmosphäre nicht mit weißem Lichte oder mit Funken brennt, wofern er nicht zuvor weit über die Rothglüehhitze hinaus erhitzt ist. Daher scheint es auf den ersten Anblick sehr außerordentlich zu seyn, daß die vom Flintenschloße abgerissenen Stahltheilchen stark genug erhitzt sind, um in der Luft lebhaft zu verbrennen, und doch nicht hinlänglich, um im Vacuo glühend zu erscheinen; denn daß ihr Licht, wegen ihres kleinen Volumens, oder wegen der kurzen Dauer der Emission, nicht wahrnehmbar sey, oder daß die Undurchsichtigkeit metallischer Körper, Licht, das in ihren Berührungspunkten entsteht, verhindern sollte sichtbar zu werden, ist schwer zu begreifen. Ich glaubte vormals*) dieses Phänomen daraus erklären zu können, daß Wärme und Licht vielleicht nur zufällig in den meisten Fällen coexistiren, und daß in einigen

*) *Annalen*, VI, 109.

gen Fällen sehr hohe Temperaturen hervor gebracht werden könnten, ohne die Erscheinung von Licht zu bewirken. Jetzt bin ich indess geneigt, zu glauben, dieses Phänomen lasse sich aus den gewöhnlichen Grundsätzen über Erregung und Mittheilung von Wärme genügend erklären.

Wenn Stahl allmählig erhitzt wird, so fängt er, wie Stodart gezeigt hat, *) bei ungefähr 450° F. an, seine Farbe zu ändern, und diese Farbenänderung beruht auf Verbindung desselben mit Sauerstoff, daher sie höchst wahrscheinlich mit Entwicklung von Wärme verbunden ist. Bei 600° , also bei einer Wärme, die noch weit unter der Glühhitze ist, oxydirt der Stahl sich schnell und überzieht sich mit einer bläulich-grauen Hülle. **) Zwar ist die durch diese Oxydation der Oberfläche entbundene Wärme nicht hinreichend, die Temperatur eines Stahldrahts oder einer Stahlplatte so zu erhöhen, daß beide in ein lebhaftes Verbrennen geriethen; wohl aber könnte bei so kleinen Massen, als die vom Flintenschlosse abgerissenen

*) Man sehe den folgenden Aufsatz. d. H.

**) Nach Conté nimmt Stahl oder Schmiedeeisen, die polirt und mit einer Aetzlauge gereinigt sind, wenn sie unter einer Muffel zum Glühen gebracht werden, folgende Farben an der Oberfläche an: erst strohgelb, dann braungelb, und dieses geht ins Blau, und zuletzt ins Grau über; und in diesem Zustande sind Stahl und Eisen vor dem Rosten gesichert. d. H.

Stahlfädchen sind, der Prozeß der Oxydation in dem Grade verstärkt werden, daß es zu einer lebhaften Entwicklung von Hitze und von Licht kommt, besonders da die Oberfläche dieser Fädchen in Vergleich ihrer Masse so groß ist, und das schon gebildete Oxyd bei ihnen nicht leicht die innern Theilchen umhüllt und von der Berührung mit der Luft abhält. *)

Ähnliche Beispiele, wo der Prozeß der Oxydation vom Verhältnisse zwischen Masse und Oberfläche des verbrennlichen Körpers mit abhängt, sind nicht selten. So z. B. entzündet sich ein sehr kleines und schmales Stückchen Phosphor in feiner Baumwolle von selbst und entbrennt mit lebhaftem Lichte, indess ein dickeres und größeres Stück dabei lediglich mit schwachem Lichte leuchtet. Ebenso läßt sich ein großes Stück Zink an der Luft schmelzen, ohne sich zu entzünden, indess kleine und dünne Zinkspäne lebhaft entbrennen, lange ehe sie bis zum Schmelzpunkte erhitzt sind.

*) Nicholson fand, daß sehr feine Stahlspäne oder Fädchen, die er beim Drechseln von sehr feiner Stahlwaare auf der Drehbank erhalten hatte, und die kaum den tausendsten Theil eines Zolles dick waren, an der Lichtflamme schnell Feuer fingen, und selbst in Mengen zu 1 Kubikzoll und mehr gänzlich verbrannten. Doch wurden sie dabei nur so wenig oxydirt, daß sie nach dem Verbrennen kaum ihre Biegsamkeit verloren hatten. (Nich. Journal, Vol. 4, p. 105.) d. H.

5. Dafs durch einen einzigen Schlag oder Stofs an der Oberfläche eines Metalls eine sehr beträchtliche Temperaturerhöhung bewirkt werden könne, läfst sich schwerlich annehmen, da das Leitungsvermögen der Metalle so grofs ist, dafs diese Hitze sich sogleich den benachbarten Theilchen mittheilen würde. Selbst wenn kleine Theilchen der Metallfläche abgerissen werden, so reicht die dazu nöthige Zeit, ist sie auch viel zu klein, als dafs wir sie wahrnehmen könnten, doch hin, dafs diese Theilchen in ihr viel von ihrer Wärme verlieren können.

Körper, die dadurch, dafs man sie an einander schlägt oder reibt, im *Vacuo*, oder in *Gasarten*, die *keinen Sauerstoff* enthalten, oder unter *Wasser* leuchtend werden, wie z. B. Flußspath und Kalkspath, Kiesel, Glas, Zucker und mehrere der zusammen gesetzten Salze, sind zugleich *für sich* electrisch und phosphorescirend. Höchst wahrscheinlich rühren daher die Lichtblitze, die sie hervorbringen, theils von Electricität her, die an ihrer Oberfläche durch Reibung erregt wird, theils von Phosphorescenz, zu der sie in der Regel schon durch einen mäßigen Grad von Wärme gebracht werden. Doch ist es nicht unwahrscheinlich, dafs in einigen Fällen, wo Steine, die sehr hart und dabei schlechte Wärmeleiter sind, zusammen stossen, ein wirkliches Glühen der abgeschlagenen Theilchen Statt finde. Mehrere Thatfachen scheinen dafür zu sprechen. T. Wedgwood brachte ein

Stück Fensterglas mit einem in Umlauf gesetzten Schleiffsteine in Berührung; das Glas wurde im Punkte der Reibung roth glühend und sprühte leuchtende Theilchen umher, die Schießpulver und Wasserstoffgas entzündeten. *) Und nach einem neuern Reisenden verschafften sich die Einwohner von Unalascbka dadurch Feuer, daß sie zwei Stücke Quarz, deren Oberflächen sie zuvor mit gediegenem Schwefel gerieben haben, über dürrern Graße an einander schlagen. **)

*) *Philosoph. Transact.*, 1792, p. 45. [Wedgwood's Versuche über die Erzeugung des Lichts in verschiedenen Körpern durch Hitze und Reiben, in *Gren's Journal der Physik*, B. 7, S. 57. Fensterglas, Achat, Quarz, oder Bergkrystall an einen umlaufenden feinen Sandstein gehalten, gaben ein weißes oder röthliches Licht, das selbst am Tage sichtbar war, und rothe Funken, deren einige 14 bis 15 Zoll weit durch die Luft flogen, ehe sie verlöschten, und aus glühenden Stückchen dieser Körper in der Gröfse feiner Sandkörner bestanden, die in die Haut brannten und Schießpulver und brennbare Luft entzündeten. Dasselbe kann man auf allen Schleifmühlen sehn. d. H.]

**) *Sauer's Account of Billing's Expedit. to the northern part of Russia*, p. 159. D.

VI.

Ueber
*die Verfertigung der feinen Schneide-
 waaren aus Stahl,*

von

WILLIAM NICHOLSON

in London. *)

In der Kindheit der menschlichen Gesellschaft bediente man sich der härtesten Steine und Hölzer zu schneidenden Instrumenten, und noch jetzt dienen sie dazu manchen rohen Völkern. Darauf des Kupfers, das durch beigefschmolztes Zinn gehärtet wurde; mancherlei Waffen daraus kann man in Waffen- und Kunstsammlungen noch jetzt finden. Zuletzt endlich des Stahls, theils des natürlichen, der unmittelbar aus den Minern geschmolzt wurde, theils des durch Cimentation aus weichem Eisen verfertigten. Durch Härte verbunden mit Haltbarkeit verdrängte dieser mit Recht alle andere Materialien, und seitdem ist die Verfertigung der schneidenden Werkzeuge aus Stahl eine der ersten und nothwendigsten Künste in der menschlichen Gesellschaft.

Welche Stahlart sich zu den verschiedenen Werkzeugen, zu Feilen, Meißeln, Sägen, Sche-

*) Aus dessen *Journal of nat. phil.*, Vol. 4, p. 127 f., und Vol. 1, p. 468 und 368. d. H.

ren, den zahllosen Arten von Messern, und so weiter, am besten eignet, und wie sie zu behandeln ist, um Werkzeuge von der größten Güte zu geben, läßt sich am besten, ja fast allein, von Stahlarbeitern selbst erfahren, die ihre Kunst durch Benutzung ihrer Erfahrungen und durch Nachdenken zu vervollkommen gesucht haben. Manche Methoden werden zwar geheim gehalten, im Ganzen aber wird der Gelehrte eine liberale Denkungsart, und Männer finden, die, was sie wissen, wilsbegierigen Gelehrten gern mittheilen, so weit es nur die Umstände erlauben. Dieses habe ich vor kurzem wieder bei dem durch seine vortrefflichen Stahlarbeiten berühmten Hrn. Stodart, am Strande, gefunden. Was er mir mit der größten Bereitwilligkeit von seinen Einsichten und Erfahrungen mitgetheilt hat, setzt mich in den Stand, folgende Belehrungen über die Kunst, feine Schneidewaaren aus Stahl zu verfertigen, öffentlich bekannt zu machen.

Wie es scheint, ist man jetzt allgemein darüber einverstanden, daß, besonders zu den feinen Schneidewaaren und zu allen Arbeiten, bei denen kein Anschweißen nöthig ist, der *Gußstahl* allen andern Stahlarten vorzuziehen ist. Herr Stodart bedient sich der Stangen, die mit *Huntsman* bezeichnet sind, ohne doch behaupten zu wollen, daß sie von besserer Güte, als die aus der Walker'schen und andern Fabriken wären. Er und andere verständige Künstler beklagen sich indess sehr, daß

dieser Stahl jetzt länger nicht mehr so gut, wie sonst sey.

Ueber die Kunst des *Schmiedens* habe ich ihn nicht befragt, weil ich für ausgemacht annahm, daß sie in nichts mehrerm besteht, als in der Geschicklichkeit, die Stahlstange und den Hammer gehörig zu handhaben, und in Vorsicht, um weder das Gefüge des Stahls durch starkes Hämmern in einer zu niedrigen Temperatur zu verderben, noch überhaupt die Güte des Stahls durch zu heftige Hitze, oder indem man ihn dem Luftstrome der Blasebälge bloß stellt, zu verringern.

Die schneidenden Werkzeuge aus Stahl müssen nicht nur einen bedeutenden Grad von Härte, um in den zu schneidenden Körper einzudringen, sondern auch von Zusammenhalt haben, um während des Eindringens nicht zu zerbrechen. Der härteste Stahl ist zugleich der sprödeste und zerbrechlichste, weshalb zu manchem Gebrauche die Härte desselben zu vermindern ist, um ihm mehr Festigkeit zu geben. Eine Stahlfeder z. B. braucht nicht sehr hart zu seyn, muß aber viel Zusammenhalt haben. Messer, womit Leder und andere weiche Körper geschnitten werden sollen, müssen etwas härter als eine Stahlfeder seyn; noch härter Feder- und Rasirmesser; und am härtesten Feilen und andere Werkzeuge, womit man Metall bearbeiten will, wiewohl man selbst bei diesen darauf bedacht seyn muß, nicht ihre Haltbarkeit der Härte ganz aufzuopfern.

Das *Härten* des Stahls wird dadurch bewirkt, daß man ihn zum Glühen bringt, und dann ins Wasser taucht.

Im Feuer zum *Härten* bekleiden die Messerschmiede ihr Werk nicht mit einer Umhüllung, wie das die Feilenbauer thun müssen, um zu verhindern, daß der Stahl im Feuer nicht an der Oberfläche wieder zu erweichen werde; auch würde das in der That unnöthig seyn, bei Waaren, die bestimmt sind, durch Anlassen eine mindere Härte zu erhalten, und geschliffen zu werden. Herr Stodart stimmt mit mir überein, daß es am besten ist, den Stahl so wenig als möglich über den Zustand zu härten, den man durch das Anlassen beabsichtigt. Schneidewaaren, die überhitzt worden, haben eine weiche, sich umlegende Schneide, und erhalten nicht den Grad oder Bart, (*wire*), von dem weiterhin die Rede seyn wird. Die rechte Hitze ist die, bei der die Waare am Tag kirschroth glüht. Er fand es ohne Vortheil, dem Wasser beim Härten der Schneidewaaren Salz beizumischen, oder es zu erkälten, oder statt desselben Quecksilber zu nehmen; nur bei Feilen, Grabstichel und ähnlichen Werkzeugen, die den äußersten Grad der Härte haben müssen, ist die Beschaffenheit der abkühlenden Flüssigkeit von Einfluß. Obgleich Herr Stodart nicht viel auf Handgriffe beim Härten hält, so erwähnte er mir doch, als eine Erfindung einer seiner Arbeiter, das Kohlenfeuer hierbei mit Lederspanen anzumachen. Seitdem er das gethan sey ihm, behauptete dieser Arbeiter, nie ein Scher

messer beim Härten gesprungen, was sonst sehr oft geschehen sey. Dieser Kunstgriff scheint mir allerdings vortheilhaft zu seyn. Denn, daß spröde Körper beim Abkühlen springen, kömmt daher, weil ihre Oberfläche, deren Theilchen sich zuerst zusammen ziehn, zu klein wird, um die innern Theile noch zu umfassen. Es ist aber bekannt, daß der Stahl einen größern Raum einnimmt, wenn er gehärtet ist, als zuvor, und es ließe sich leicht beweisen, daß dieses Zunehmen des Umfangs desto geringer seyn muß, je mehr der Stahl sich dem Zustande des Eisens nähert. Gesetzt also, daß wir ein Schermesser, oder ein anderes Stück Stahl in einem offenen Feuer bei durchziehendem Luftstrome glühen, so wird der äußere Theil durch den Verlust des Kohlenstoffs sich der Natur des Eisens nähern, und daher wird beim Härten die innere Masse desto eher für die äußere Oberfläche zu groß werden und diese zersprengen. Wenn aber das Stahlstück in die cementirende Mischung eingehüllt wird, oder das Feuer thierische Kohle enthält und so angemacht ist, daß es die Stelle der Cementirung versteht, so verlieren die äußern Theile des Stahls durch die Hitze nicht nur nichts von ihrem Kohlenstoffe, sondern sie erhalten davon im Gegentheile noch mehr, und statt zu springen und zu brechen, wird nun die Oberfläche im Gegentheile dichter und fester werden.

Eine der größten Schwierigkeiten beim Härten der Stahlwaaren von irgend etwas beträchtlicher

Grölse, besonders solcher Artikel, die aus dünnen Platten gebildet werden, oder deren verschiedene Theile eine verschiedene Dicke und Gestalt haben, besteht in der offenbaren Unthunlichkeit, die dicken Theile zum Glühen zu bringen, ohne die dünnern zu verbrennen. Es ist selbst bei einem ganz gleichförmigen Stücke schon sehr schwer, das Feuer so anzumachen, daß es eine schnelle und fast durchgängig gleich intensive Hitze giebt. Diese Schwierigkeit machte mir lange Zeit eine Menge feiner Stahlarbeit mißglücken, mit der ich mich vor ungefähr sieben Jahren beschäftigte. Erst nach vielen fehl geschlagenen Versuchen glückte es mir, indem ich mich eines Bades von geschmolzenem Blei bediente; ein Kunstgriff, den ich aus Gründen, die sich sehr leicht rechtfertigen lassen, bis jetzt geheim gehalten habe. Man muß dazu reines Blei nehmen, was wenig oder gar kein Zinn hält, es zu einer mäßigen Rothglühehitze bringen, wohl umrühren, und dann das Stahlstück auf wenig Sekunden hinein tauchen, bis der Stahl und das Blei mit gleicher Stärke zu leuchten scheinen. Man schüttelt das Stahlstück dann schnell im Bade herum, zieht es plötzlich heraus und wirft es in eine große Masse Wasser. Auf diese Art kann man eine Stahlplatte so härten, daß sie vollkommen spröde wird, und doch unverletzt in ihrem Gefüge bleibt, so daß sie wie eine Glocke klingt, welches ich auf keine andere Weise hervor zu bringen vermochte. Herr Stodart hat diese Methode neulich mit vielem

Glücke versucht, und erklärt sie seitdem für eine wichtige Bereicherung seiner Kunst, wofür ich in der That sie auch selbst halte.

Das *Anlassen* (*letting down, or tempering*) des Stahls hält man für unumgänglich nöthig, um eine feine dauerhafte Schneide hervor zu bringen, da der Stahl nach dem Härten zu spröde ist, um zu schneidenden Werkzeugen dienlich zu seyn. Das Anlassen, wodurch man ihm auf Kosten der Härte mehr Haltbarkeit giebt, und seine Sprödigkeit mindert, besteht darin, daß man den gehärteten Stahl so lange erhitzt, bis seine glänzende Oberfläche gewisse bekannte Farben durch Oxydirung angenommen hat. Die erste dieser Farben ist ein sehr schwaches Strohgelb, welches bei zunehmender Hitze immer dunkler und endlich ein schönes dunkles Goldgelb wird, das sich auf eine ungleichförmige Art in Purpur, und dann in ein ganz gleichförmiges Blau verwandelt. Auf dieses folgen Weiß, und darauf verschiedene schwache Wiederholungen der genannten Farben in ihrer Folge. Der härteste Zustand der angelassenen Werkzeuge, z. B. der Schermesser und der chirurgischen Instrumente, wird, wie bekannt, durch die Strohfarbe angezeigt. Die Messer der Lederarbeiter und andere Werkzeuge, deren Schneide auf eine Seite gewendet ist, müssen eine dunklere Farbe haben. Das Blau zeigt den richtigen Grad des Anlassens für Stahlfedern, für Schneideinstrumente aber eine schon zu weiche Temperirung an,

Sägen und Werkzeuge ausgenommen, die mit einer Feile geschärft werden. Bei noch niedrigeren Graden von Härte ist der Stahl zu allen schneidenden Werkzeugen untauglich.

Es kommt beim Anlassen eben so sehr als beim Härten darauf an, daß die Hitze überall gleich stark auf den Stahl wirke; auch sollte man sich der zu den verschiedenen Graden der Härte nöthigen Temperaturen auf eine genauere Art, als durch die verschiedenen Schattirungen durch Oxydation versichern. Was das erstere betrifft, so ist es eine Erfindung Hartley's, zu diesem Ende den gehärteten Stahl in heißes Oehl, oder in eine schmelzende Mischung von 5 Theilen Blei, 3 Theilen Zinn und 8 Theilen Wismuth, [Rose'sches Metallgemisch] zu tauchen. Die Temperatur dieser beiden Flüssigkeiten kann man, wenn sie nicht den Siedepunkt des Quecksilbers überschreitet, auf die gewöhnliche Art bestimmen und genau reguliren, und die Verfahren gewährt dann für das Anlassen eines ganzen Werkzeugs oder mehrerer zugleich dieselben Vortheile, als meine Methode, zu härten. Auf mehreren Gründen ist das Oehl der geschmolzenen Mischung vorzuziehen: es ist wohlfeiler, das Werkzeug bleibt darin sichtbar, und es bedarf keiner Vorkehrung, um das Instrument untergetaucht zu erhalten.

Was das zweite betrifft, so ersuchte ich Herrn Stodart, mir zu einer genauen Kenntniß der Wärmegrade behülflich zu seyn, in denen die verschie-

denen Farben auf dem gehärteten Stahle erscheinen; Er stellte in dieser Absicht eine Reihe von Versuchen mit chirurgischen Nadeln an, die gehärtet und höchlichst polirt waren, und während sie auf der Oberfläche der geschmolzenen [Rose'schen] Mischung schwammen, einer gradweise steigenden Hitze ausgesetzt wurden. Folgendes ist das Resultat dieser Versuche:

Die *erste* Nadel wurde bei 430° F. heraus genommen. Diese Temperatur läßt den Stahl in dem vortrefflichsten Zustande für Schermesser und Scalpelle. Der Anlauf, oder blaßgelbliche Teint, der dabei entsteht, ist so schwach, daß er ohne Vergleichung mit andern polirten Stahlstücken gar nicht erkannt werden kann. Die Instrumente, die man nur bis zu diesem Grade anläßt, behalten die Schärfe ihrer Schneiden viel länger, als die, auf denen man die wirkliche Strohfarbe hat entstehen lassen; und doch treibt man gewöhnlich für sie die Temperirung bis zum Strohgelb. Uebrigens sind, wie Herr Stodart behauptet, 430° F. die niedrigste Temperatur für das Anlassen, und bei niedrigeren Hitzegraden erhält das Werkzeug keine feste und haltbare Schneide.

Die *zweite* Nadel wurde bei 440° , und die *dritte* bei 450° Wärme heraus genommen. Beide unterscheiden sich in ihrem Aussehn von 1 so wenig, daß man diese nicht mit Gewissheit wieder heraus finden konnte, wenn man alle drei Nadeln zusammen geworfen hatte. Als die *vierte* Nadel

bei 460° Wärme heraus genommen wurde, hatte sie ganz den Teint, den die Arbeiter die blaß Strohfarbe nennen; eine Temperirung, welche man gewöhnlich den Federmessern, Schermessern und andern feinen Schneidewaaren giebt. Die Nadel ist, wie Herr Stodart mich versichert, viel weicher als die erste; ein Unterschied, der die Vorzüge dieser Methode, die Stahlwaaren anzulassen, sehr auffallend beweist.

Die folgenden Nadeln, welche Herr Stodart bei 470°, 480°, 490° und 500° F. aus der geschmolzenen Mischung nahm, waren von stufenweise dunklerer Schattirung. Die letzte von einem glänzenden metallischen bräunlichen Gelb, das sehr wenig ins Purpur spielte.

Ehe die *neunte* Nadel gleichförmig dunkelblau wurde, stieg die Temperatur bis auf 580°. Die Schattirungen, durch welche der Stahl von 500° bis 580° hindurch geht, sind Gelb, Braun, Roth und Purpur, die sich unregelmäßig auf verschiedenen Stellen der Oberfläche zeigen.

Da ich diese unregelmäßigen Farben schon früher, besonders auf der Oberfläche eines Schermessers von *Wootz*, *) gesehen, und eigne Erfah-

*) Vom *Wootz* siehe Pearson's Abhandl. in den *Philos. Transact.* 1795, P. 2. *Nich.* [Eine aus Bombay nach England gekommene Stahlart, die in Hindostan als die härteste vorzüglich geschätzt und zu schneidenden Werkzeugen verarbeitet wird, die

rung mich belehrt hatte, daß die Farben auf ver-
 schiedenen Stahlarbeiten nicht gleichen Graden der
 Temperirung entsprechen, so bat ich Herrn Sto-
 dard, auch hierüber einige Versuche anzustel-
 len. Es wurden zu dem Ende auf dem schmelzen-
 den Metalle vier schön polirte Klingen der Hitze
 ausgesetzt, und die erste heraus genommen, als
 sie die gleichförmige dunkle Strohfarbe erhalten
 hatte. Die zweite blieb auf der Mischung, bis ihr
 Ende, das nach dem Griffe zu kömmt, purpurfar-
 ben wurde, wobei sich zugleich eine Menge klei-
 ner runder Purpurflecke auf dem klaren Gelb der
 Klinge zeigte. Die dritte ließ man so lange auf
 der Mischung liegen, bis der dickere Theil der

aber keine Rothglüehitze verträgt, und sich nicht
 mit Eisen und Stahl zusammen schweißen läßt.
 Unter einem schweren Hammer nimmt sie keine
 Eindrücke an, und springt nicht; unter der Feile
 zeigt sie sich weit härter als gemeiner noch nicht
 gehärteter Brennstahl, doch nicht ganz so hart als
 höchst gehärteter Stahl; auf dem Feilstriche ist sie
 glänzend blau, wie gehärteter Stahl, doch glän-
 zen einige Stellen stärker wie die andern, und der
 Bruch ist dem des raffinirten Roheisens am ähn-
 lichsten. Ein von Stodard daraus gefertig-
 tes Federmesser soll, nach der Versicherung des
 Herrn Hofraths Blumenbach, von einẽ bewun-
 dernswürdigen Feinheit und dauerhaften Schärfe
 seyn, und andere Federmesserklingen und Glas an-
 greifen, und Stodard soll den Wootz zu schnei-
 denden chirurgischen Werkzeugen dem besten euro-
 päischen Stahle vorziehn.]

d. H.

Klinge eine dunkelrothe Purpurfarbe annahm, wobei indess die hohle Oberfläche immer noch gelb blieb, und wie die vorige Flecke annahm, auch etwas matt wurde. Diese drei Klingen waren Oulstahl. Die vierte, aus so genanntem steirischen Stahl, blieb auf der Mischung, bis sich der rothe Teint fast auf ihrer ganzen hohlen Fläche verbreitet hatte. Es zeigten sich auf der Klinge zwei oder drei Flecke; der übrige grössere Theil ihrer Oberfläche spielte mit blauen Wolken, die wellenförmige Linien, denen ähnlich, darstellten, welche beim Damascener Stahl das Wasser genannt werden.*)

Diese

*) Nicholson, der eine Achte in Constantinopel für 12 Guineen gekaufte Damascenerklinge einige Tage lang zur Untersuchung im Haufe gehabt hatte, fand sie von einer dunkelgrauen, ins Bläuliche spielenden Farbe, auf dem Rücken und auf den beiden schmalen unter 40° gegen einander geneigten Ebenen, die ihre Schneide bildeten, ganz glatt und gleichförmig, auf den breiten Flächen aber überall mit kleinen Wellenlinien in Masse und nach allen Richtungen bedeckt, die sich doch nicht durchkreuzten, meist nach der Länge der Klinge fortliefen, die Dicke von Klavierseiten hatten, weder scharf begränzt noch scharf fortlaufend waren, und sich nicht durch ungleiche Tiefe, sondern durch Verschiedenheit des Glanzes und der Politur unterschieden. Wenn dieses so genannte Wasser beim Schleifen oder Abziehen verschwindet, so braucht man nur etwas Citronensaft auf die Klinge zu bringen, um es sogleich wieder erscheinen zu machen.

Diese

Diese Thatfachen führen unmittelbar auf folgende beiden Resultate. Erstens, das unregelmäßige Erscheinen der dunkeln Farbe auf der Oberfläche des glänzenden Stahls kann eben so gut als Merkmal der Ungleichartigkeit seiner Composition, wie die Probe mit einer Säure dienen. *)

Diese Klinge war nicht härter wie der gewöhnliche geschmiedete Stahl, schwer zu biegen, und hatte nicht so viel Elasticität, nach dem Biegen ihre erste Gestalt wieder anzunehmen. Ihre Vortrefflichkeit soll darauf beruhen, daß sie nicht zerbricht und springt, und daß sie in eine weiche Substanz, z. B. in ein Pack Wolle oder in Fleisch, tiefer schneidet, als jede andere Klinge. Nicholson vermuthet hiernach, daß der achte Damascener Stahl nichts anderes als eine mechanische Verbindung von Stahl und Eisen ist, aus der eine fehlerlose Klinge zusammen zu schweißen viel Kunst und Mühe koste, woher der hohe Preis derselben rühre; die keiner merklichen Härtung fähig, und daher auch der Gefahr, aus Sprödigkeit zu springen, nicht unterworfen ist; deren Fehlerlosigkeit sich durch den Prozeß, wodurch das Wasser hervor gebracht wird, leicht ausmitteln läßt; und deren Schärfe endlich, wegen der verschiedenen Härte des Stahls und Eisens, rauh seyn, und daher nach Art einer Säge in nachgebende Substanzen tiefer einschneiden muß, als Werkzeuge mit einer gleichartigen Schneide. Vermuthungen, die durch Versuche im Kleinen, Damascener Stahl auf diesem Wege zu machen, bewährt wurden. (Nicholson's *Journal*, Vol. 1, p. 469.) d. H.

*) Zu dieser bediente ich mich eines Tropfens schwachen
Annal. d. Physik. B. 17. St. 4. J. 1804. St. 8. Gg

Zweitens, daß die dunkle Farbe, sich zertrennt auf den dickern Theilen zeigt, ist Herr Stodart geneigt, als ein Zeichen anzusehen, daß diese Theile sich nicht gehärtet haben. Ich fand aber bei einer Stahlplatte, von der das eine Ende gänzlich war gehärtet und das andere weich gelassen worden, daß das in ihrer Mitte angebrachte Feuer an beiden Enden die regelmäßige Farbenänderung, und zwar ganz auf gleiche Art, hervor brachte. Ich muthe-
 -mase daher, daß die Wärme den dickern Theilen, weil sie tiefer in das heiße Metall einsinken, sich schneller mittheilt. Ich habe mehrmahls bemerkt, daß, wenn Salpetersäure auf glänzenden Stahl, der nur an einer Stelle gehärtet war, geträpfelt wurde,

oder Salpetersäure, auf einer angefeuchteten oder mit Schmirgel abgeriebenen Stelle. Die Säure verräth durch die dunkle oder gefleckte Farbe, ob das Metall gleichartiger Stahl ist, oder nicht; und so lassen sich in Schmiedeeisen Adern von Stahl, die beim Drechseln so hinderlich sind, und im Stahle Ungleichförmigkeit der Mischung entdecken, die ihn zu vielen Arbeiten unbrauchbar macht, und gewöhnlich erst entdeckt wird, wenn die Arbeit bald fertig und verloren ist. Durch dieses Mittel habe ich Stangen von Stahl gefunden, die eben so voll Adern und Unregelmäßigkeit, wie Holz, sind, und bin im Stande gewesen, zu sehr feinen Stahlarbeiten die besten und gleichförmigsten Stücke auszuwählen. Ehe ich diesen Kunstgriff anwendete, hatte ich oft den Aerger, umsonst gearbeitet zu haben.

Nicholson.

der gehärtete Theil sich eher und stärker schwarz färbte, als die übrige Fläche; eine merkwürdige Erscheinung, die ich nicht im Stande bin theoretisch zu erklären.

Wenn die schneidende Waare geschmiedet, gehärtet und angelassen ist, muß sie noch geschliffen, polirt und geschärft werden. Das *Schleifen* der feinen Schneidewaaren geschieht auf so genannten Bilson'schen Schleiffsteinen, die ein feines dichtes Korn haben und in London zu einem mäßigen Preise zu kaufen sind. Die Messerschmiede bedienen sich zum Schleifen bloß des Wassers und scheinen vom Gebrauche des Talgs gar nichts zu wissen. Das *Poliren* geschieht mit Schmirgel von verschiedener Feinheit auf einem Cylinder, der entweder ganz aus Mahagonyholz besteht, oder mit hartem Zink (*peuter, called laps*) belegt ist, welches letztere vorzuziehen ist. Zur letzten Politur wird ein mit Büffelleder bekleideter Cylinder gebraucht, der mit Crocus, oder rothem Eisenoxyd und mit Wasser bestrichen wird. Diese letztere Operation ist deswegen schwierig, weil sich dabei das Werk leicht erhitzt, wodurch es fast augenblicklich längs der dünnen Schneide seine Härte, wie durch ein stärkeres Anlassen verliert, und die Farben der Oxydation annimmt.

Das *Wetzen* oder *Schärfen* (*setting*) verlangt so viele Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit, daß Herr Stodart mir gestand, er könne keine untadelhafte und vollkommen scharfe Schneide zu

Stande bringen, wenn er durch Gespräche, oder nur durch Geräusch auf der Strasse gestört werde. Das Werkzeug wird zuerst auf einem mit Oehl benetzten Wetzsteine gewetzt, indem man es rück- und vorwärts streicht. Bei allem Schleifen, oder Bilden der Schneide, und ganz besonders beim Wetzen, scheinen die Künstler lieber die Schneide, als den Rücken, dem sich umdrehenden Schleiffleine entgegen zu halten. Diese Procedur ist sehr vernünftig. Denn wenn irgend ein hartes Steinchen, oder eine andere Substanz sich auf der Oberfläche des Schleiffers befindet, so biegt sie, wenn der Rücken des Werkzeuges zuerst darüber läuft, die Schneide aus, und bringt auf diese Art eine Lücke in ihr hervor: schleift man im Gegentheile gegen die Schneide, so fährt sie unter einem solchen Partikelchen weg, das sie auf ihrem Wege findet, und leidet so keinen Schaden. Beim Wetzen darf man das Instrument nicht zu stark aufdrücken, denn offenbar können viele Striche und Züge eine mehr gleichförmige und schärfere Schneide, als wenige bewirken. Auch ist es sehr wichtig, daß der Wetzstein selbst ein feines Korn hat, oder nur sehr wenige kieselartige Partikelchen enthält. Herr Stodart sagte mir, daß es gar keine gewissen Kennzeichen gäbe, wodurch man die ganz guten Wetzsteine von den gewöhnlichen unterscheiden könne, wenn man sie nicht beide durch den wirklichen Gebrauch prüfe, daß der türkische Stein schnell wetzt, aber nie ein sehr feines Korn hat; daß der gelbe Wetzstein in

den meisten Fällen der nützlichste ist, jeder Stein dieser Art aber in Oehl zu tränken und damit naß zu erhalten ist; und daß man endlich in dem alten Pflaster der Londner Straßen einen grünen Wetzstein finde, der zur letzten Bearbeitung der feinen Schneiden bis jetzt noch das beste Material sey, das man kenne.

Durch das Wetzen wird zuerst die nach dem Schleifen zurück bleibende raube und dicke Schneide so dünn gemacht, daß man sie rechts und links biegen kann. Diesen biegsamen Theil nennt man den Grad oder Bart (*wire*.) Setzt man das Wetzen zu lange fort, so fällt er stückweise und ohne Regelmäßigkeit ab; die Schärfe, die er zurück läßt, ist dann zwar sehr fein, aber unvollkommen. Die Art, wie man diesen Grad abnimmt, ist, daß man die Schneide, unter einem Winkel von ungefähr 50° mit dem Steine, über diesen gegen die beiden Enden hin sanft streicht. Hierdurch entsteht eine Schneide, deren beide Flächen einen Winkel von 100° mit einander machen, und an der der Grad nur so noch anhängt, daß man ihn leicht und im Ganzen ablösen kann, wenn man die Schneide sanft über den Nagel eines Fingers zieht. Die so gereinigte Schneide ist gemeiniglich sehr gleich und gerade, aber noch zu dick, und muß daher nochmahls durch Wetzen geschliffen werden, wobei indeß leicht wieder ein feiner Grad entstehen kann, wenn es zu weit getrieben wird; in diesem Falle ist die letzte Schneide zwar sehr scharf, aber nicht

gleich und stark genug, um dauerhaft seyn zu können.

Die letzte Behandlung besteht darin, daß man die Schneide des Messers zwei oder mehrere Mal ganz leise gegen den Wetzstein streicht, und zwar unter einem Winkel von 28° . Dies ist der Wetzwinkel, den Herr Stodart bei der Vollendung der feinsten chirurgischen Instrumente mit der größten Genauigkeit und Sorgfalt beobachtet, und den er für den besten hält. Der Winkel, den die beiden Ebenen der Schneide mit einander machen, beträgt daher ungefähr 56° .

Die Güte und Gleichheit einer feinen Schneide, erblickt man aus ihrem Verhalten, wenn man sie über eine glatte Haut, über Leder, oder eine andere weiche organische Substanz leicht wegstreicht. Die Lanzetten probirt man dadurch, daß man ihre Spitze vorsichtig auf ein Stück dünnen weichen Leders fallen läßt. Wenn die Schneide ausgesucht gut ist, so dringt sie nicht allein mit Leichtigkeit durch, sondern sie bringt dabei auch nicht das geringste Geräusch hervor. Um ihr diese Güte zu verschaffen, muß man sie zuletzt zwei oder mehrere Mal über den erwähnten grünen Wetzstein streichen.

Das Abziehen (*strapping*) geschieht wie das Schleifen und Wetzen, und wird vermittelt der eckigen Partikelchen des feinen Crocus oder eines andern Materials bewirkt, das auf dem Riemen eingerieben wird. Diese Operation erfordert nicht so viel Geschicklichkeit, als das Wetzen, oder

Schärfen (*setting*;) die Elasticität des Riemens veranlaßt aber leicht eine Vergrößerung des Winkels der Schneide, oder rundet sie zu sehr ab.

A N N A N G.

*Vortheile beim Schleifen schneidender Instrumente. *)*

Vor mehrern Jahren wurde mir ein interessanter Umstand beim Schleifen bekannt, der vielleicht für die Kunst von Nutzen seyn kann. Es ist eine tägliche Erfahrung, daß beim Reiben Hitze entwickelt wird. Jedermann weiß z. B., daß Funken aus einem trockenen Schleifsteine sprühen, an den man beim Umdrehen ein Stück Eisen oder Stahl hält. Die Hitze, die sich dabei erzeugt, ist so stark, daß sie oft den Stahl glühend macht, und daß Instrumente aus gehärtetem Stahle nicht selten weich werden und verderben, wenn man beim Schleifen nicht die gehörige Sorgfalt anwendet. Läuft der cylindrische Schleifstein über einem Behältnisse mit Wasser, in das ein Theil desselben sich eintaucht, so läßt er sich nur mäßig geschwind umdrehen, und nur langsam damit arbeiten, weil sonst das Wasser, vermöge der Centrifugalkraft, die der Stein demselben mittheilt, heraus fliegen würde; und läßt man das Wasser von oben herab durch einen Hahn auf den Schleifstein fließen, so ist die Wassermasse

*) *Nicholson's Journal*, Vol. 1, p. 131. d. H.

zu unbeträchtlich, um den Stein bei der nöthigen gemäßigten Temperatur zu erhalten. Man hat sogar Beispiele, daß, wenn an harte Instrumente unter einer beträchtlichen Wassermasse eine Spitze geschliffen, und diese nicht in den Strom des Wassers selbst gehalten wird, die Spitze erweicht; auch ist es nichts seltenes, daß selbst unter dem Wasser Funken heraus springen. Mein Informant versichert mir, daß die feinen Messer in Deutschland auf einem Cylinder von einer besondern Art Töpferwaare geschliffen werden, auf dessen Oberfläche etwas pulverisirter Wetzstein, vermittelt Umschlitts, angebracht ist. Der Vorzug dieser Schleifsteine aus Töpferzeug soll darin bestehen, daß sie auch beim schnellsten Drehen im Schleifen keine Hitze erzeugen.

Dieser Umstand schien mir einer nähern Erörterung werth zu seyn. Die drei Körper, die in der Vorrichtung zusammen wirken, sind Töpferwaare, pulverisirter Schleifstein und Talg. Daß diese einer heftigen und schnellen Reibung könnten ausgesetzt werden, ohne die Temperatur zu erhöhen, schien mir beim ersten Anblicke kaum glaublich zu seyn, und ich war mehr geneigt, die Thatfache zu verwerfen, als nach ihrer Ursache zu forschen. Ueber die Töpferwaare und deren Beschaffenheit war nichts Bestimmendes angegeben; in eine Eigenthümlichkeit des Schleifsteinsandes läßt sich die behauptete Wirkung schwerlich setzen; man hätte sie also im Talge suchen müssen, dessen Wirkung ist

der That auffallend ist, und sich wohl hätte vorher sagen lassen. Ich kann mir indessen nicht das Verdienst anmaßen, die Sache so a priori entwickelt zu haben; denn mein Apparat war fertig, und die Versuche damit sprachen zu deutlich, als daß ich mich auf solche systematische Betrachtungen hätte einlassen sollen.

Da ein Schleiffstein aus Töpferwaare nicht leicht zu bekommen war, so nahm ich einen Newcastle'schen Schleiffstein von feinem Korne, der 10 Zoll im Durchmesser hatte, und zugleich einen Mahagony-Block, der ein mit Schmirgel überzogener Schleiffstein werden sollte. Beide wurden an eine Achse befestigt, in eine starke Drehbank eingespannt, und dann zu vollkommenen cylindrischen Scheiben von gleichem Durchmesser abgedreht. Die cylindrische Fläche der hölzernen Scheibe war etwas vertieft, um den Schmirgel zu fassen, den man mit Oehl vermengt hier auftrug, so daß er eine glatte Fläche bildete. Unter dem Steine wurde ein schicklicher Behälter für Wasser angebracht, durch das der Stein lief. Das zu schleifende Instrument war eine Feile, deren Zähne sollten heraus geschliffen werden. Das Drehen geschah durch den Mechanismus der Drehbank, mit einer solchen Geschwindigkeit, daß auf eine Secunde 5 Umdrehungen kamen. Der Stein arbeitete nur langsam und spritzte das Wasser so stark umher, daß es den Arbeiter hinderte und der Wasserbehälter bald ausgeleert wurde. Die überschmirgelte Scheibe schliff schneller. Aber

obſchon die Feile ſchnell hin und her bewegt, und ſo mit der Friction über die ganze Ebene der Feile hurtig abgewechſelt wurde, ſo erhitze ſie ſich doch bald zu ſehr, als daß man ſie mit der bloßen Hand hätte halten können; und faſte man ſie vermittelſt eines Tuchs an, ſo wurde die Arbeit nicht nur ungeſchickt, ſondern die Hitze nahm auch in dem Grade zu, daß das Oehl ſich zu zerſetzen und brenzlich zu riechen anfieng. Als man die Feile an den trockenen Stein anhielt, wurde ſie faſt unmittelbar blau, und bald nachher roth glühend.

Darauf wurden beide Schleiffſteine mit Talg überzogen, indem man ein Talglicht beim Umdrehen an ſie drückte, und die Holzſcheibe dabei mit Schmirgel beſtreute. Als man nun den Stein ſchnell drehte und dieſelbe Feile daran hielt, merkte man zu Anfang kaum die Friction; die Talglage, an die das Inſtrument angedrückt wurde, ſchmolz ſehr bald, und nun ſchnitt der Stein ſehr ſchnell. Eine ganze Zeit lang wurde die Feile kaum heiß, und wenn ſie Wärme zeigte, ließ ihre Temperatur ſich ſchnell erniedrigen, indem man ſie an eine andere Zone andrückte. Gerade ſo war auch der Erfolg bei der hölzernen Schleiffſcheibe.

Dieſes läßt ſich aus der Lehre von der Wärme leicht erklären. Wird die hölzerne Scheibe mit Oehl und Schmirgel bekleidet, ſo erhöht die durch die Friction entwickelte Hitze die Temperatur des Inſtruments und des flüſſigen Oehls. Nimmt man aber ſtatt des Oehls Talg, ſo wird den größte

Thell der Hitze verwandt, um diesen festen Körper zergehen, und durch die erhöhte Capacität des flüssigen Talgs gebunden und unmerklich zu machen. Erhitzt sich beim fortgesetzten Prozesse der geschmolzene Talg nebst dem Instrumente, so ist die vorige Temperatur leicht wieder herzustellen, wenn man die Hitze nach einer Gegend richtet, wo der Talg noch consistant ist. Ich bediente mich dieser beiden Cylinder bei vielen Arbeiten mit sehr gutem Erfolge.

Bei dieser Lage des Versuchs schloß ich, daß Scheiben aus Töpferzeug, deren man sich vorgeblich in Deutschland bedient, vor dem gemeinen Schleiffsteine entweder keinen Vorzug haben, oder daß mein Bericht in diesem Punkte mangelhaft sey. Doch es traf sich, daß der kleine hier erwähnte Schleiffstein drei Jahre lang auf die Seite gelegt, und darauf wieder in Gebrauch gesetzt wurde. Der Talg hatte durch Einwirkung des Steins oder der äußern Luft eine Veränderung erlitten, wodurch er nun den Schnitt des Steins weit mehr als zuvor hinderte. Er schien weniger flüssig zu seyn. Ich glaube nicht, daß dies bei einer Scheibe aus Töpferzeug der Fall würde gewesen seyn; wenigstens hätte man sie leichter reinigen, und die Oberfläche in ihren alten Stand wieder setzen können.

VII.

A U S Z Ü G E

aus Briefen an den Herausgeber

2. Von Herrn Dr. Benzenberg.

Schöller bei Elberfeld den 30ten März 1804.

Ich wiederhole jetzt die Versuche, welche ich zu Hamburg im St. Michaelisthurm angestellt habe, in einem Schachte eines Kohlenbergwerks in der Grafschaft Mark. Es ist dieses die alte Holskluft auf der Schlebuscher Gewerkschaft im Bergrevier Wessau. Die Fallhöhe beträgt 260 par. Fuß; die dafüßige Polhöhe ist $51^{\circ} 25'$; folglich die Länge des Secundenpendels im Leeren 440,75 pariser Linien, und der Fallraum in der 1sten Secunde 15,105 pariser Fuß. Folglich beträgt die Fallzeit im Leeren durch einen Raum von 260 par. Fuß $4'' 8''' ,93$, und die Fallzeit in der Luft, nach den Versuchen in St. Michael zu urtheilen, $4'' 14''' ,39$. Hieraus finde ich, nach Dr. Olbers Formel, die Abweichung der Kugeln nach Osten 4,6 Linien.

Die Versuche können sehr genau werden, weil die Umstände vorzüglich günstig sind, unter denen sie angestellt werden. Die Luft ist im Schachte völlig ruhig, so bald ich ihn oben dicht zulege und unten die Strecken mit Stroh abschlage. Dann ist das Erdreich ohne alle Dröhnung, da es keine Wasserkünste auf dem ganzen Reviere giebt; alle Wasser werden mit dem Stollen gelöst. Ferner findet

keine Störung durch die Bergknappen Statt, denn es wird jetzt in diesem Schachte nicht gefördert; das Kohlenflötz, *die Trappe*, auf welches man diesen Schacht abgeteuft hat, ist hier abgebaut, doch wird er noch immer fahrbar erhalten, weil, wenn der tiefe Stollen durchschlächting wird, den jetzt die Schlebuscher Gewerkschaft von der Ruhr herauf treibt, man das Flötz bis nahe in die Mulde von den Wassern zu lösen, und dann auf diesem Schachte wieder Kohlen zu fördern hofft.

Ich habe mir eine neue Maschine zum Loslassen der Kugeln machen lassen, wo die Kugel in einem verschlossenen Raume an einem geplätteten Pferdehaare hängt, und wo unten eine Oeffnung ist, durch die sie beim Loslassen fällt. Zugleich sind zwei Kreuzmikroskope angebracht, in deren gemeinschaftlichem Brennpunkte das Pferdehaar spielt. Auf diese Weise ist man sicher, daß die Kugel beim Loslassen keine mikroskopischen Schwingungen mehr macht. Es dauert jedes Mahl über eine Stunde, ehe eine Kugel zum völligen Stillstande kömmt, obgleich mit dem bloßen Auge schon nach 18 oder 20 Minuten keine Schwingungen mehr zu sehen sind. Hängt die Kugel völlig still, so öffnet ein leiser Druck die fein polirten Schneiden der Zange, und die Kugel fällt.

Weil die Haare hohle Röhren sind, so kneift die Zange jedes Mahl da, wo sie das Haar faßt, die Wände zusammen. Um dieses zu vermeiden, habe

Mafina



Fig. 2.

Fig. 3.



diesen Schacht haben wir hier in dem Kohlenbergwerke zu Eschweiler; dieser hat 70 Lachter. Aber da aus ihm die Wasser mit einer Dampfmaschine gehoben werden, so ist, wenn das Pumpengefänge in die Tiefe geht, eine Dröhnung in der Erde, wobei man nie eine Kugel zum Stillhängen bringen würde.

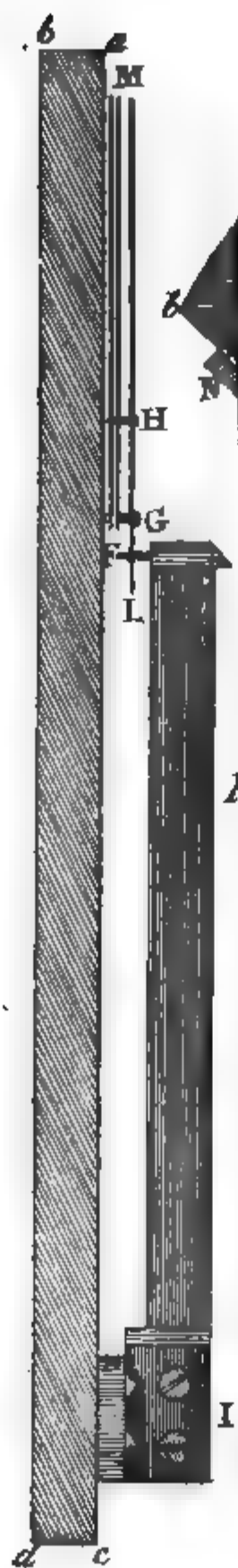
Paris den 10ten Jul. 1804.

Im Mai waren die Tagewässer auf dem Kohlenbergwerke zu Schlebusch noch so stark, daß ich die Versuche nicht anstellen konnte. Ich werde sie jetzt am Ende des Sommers machen, wo die Gruben sehr trocken sind. Dies ist der Grund, warum mein Werk erst in der Herbstmesse erscheinen wird, obgleich es schon im Catalog der Ostermesse angezeigt ist.

Sie wissen, daß La Place die biesige Sternwarte zu ähnlichen Versuchen vorgeschlagen hat. *) Es ist nämlich in allen Gewölben der Sternwarte ein rundes Loch, welches sich senkrecht über der leeren Spindel der Wendeltreppe befindet, die in die unterirdischen Steingruben führt, welche sich unter Paris und unter der Sternwarte hinziehen. Die Kugeln haben vom Dache der Sternwarte bis auf den Boden der Steingruben einen freien Fallraum von 168 par. Fuß, und es ist dieses dieselbe Stelle, wo Mariotte und La Hire vor hundert Jahren ihre Versuche über den Widerstand der Luft anstellten. Allein wegen des beständigen star-

*) Im angef. Aufl. des *Bull. des Sciences*. d. H.
Annal. d. Physik. B. 17. St. 4. J. 1804. S. 8. Hh





ausgemacht an, daß die Vertheilung der Electricität, welche die Divergenz verursacht, vom Erdboden herrührt. In einem Briefe vom 30sten Januar schreibt mir Herr von Gersdorf: „Eben
 „habe ich das Stück von Gilbert's Anna-
 „len erhalten, worin der Anfang der schönen
 „Erman'schen Versuche steht, welche mir doch
 „wirklich zum Theil aus eigener Erfahrung nicht
 „ganz unbekannt waren, und mich zu eignen Un-
 „tersuchungen und Erfahrungen hierüber noch
 „mehr aufgemuntert haben. Nur Schade, daß
 „meine Geschäfte, vorzüglich seit einiger Zeit, so
 „überhäuft sind, daß ich meistens nur sehr wenige
 „freie Stunden zur Betreibung meiner Lieblingsbe-
 „schäftigungen verwenden kann, u. s. w.“ — Ich
 bin sehr neugierig, was die Versuche mit dem gro-
 ßen Apparate dieses verdienstvollen Gelehrten zur
 Beobachtung der Wolkenelectricität, verglichen
 mit der neuen von Erman angegebenen Methode
 zur Untersuchung der electricischen Atmosphäre des
 Bodens, Herrn von Gersdorf für Resultate ge-
 ben werden. Nicht weniger neugierig bin ich, zu
 sehen, wie Volta diese für ihn neuen Erschei-
 nungen verfolgen wird.

Im Märzmonat bin ich in Ungarn gewesen. An
 Prof. Winterl in Pesth fand ich einen sehr gut-
 müthigen Mann, der mir über sein neues chemi-
 sches System mit der vollständigsten eignen Ueberzeugung
 zu sprechen schien. Eine deutsche Uebersetzung
 und ausführlichere Bearbeitung seiner Prothesen
 unter dem Titel: *Darstellung der vier Bestandtheile
 der anorg(an)ischen Natur*, ist vermuthlich schon in
 dem Meßkatalog angekündigt und erscheint in die-
 sem Sommer in Jena bei Frommann. Mit der wen-
 igen Aufmerksamkeit, welche die größten Chemiker
 in Deutschland seinen Arbeiten bisher schenken,
 kann er nicht zufrieden seyn. — In Ofen ist

ganz nahe bei der alten mineralischen Quelle, eine neue entdeckt worden, die, wie alle neue Mineralquellen, alle Krankheiten heilen soll. Winterl war eben mit der chemischen Zerlegung dieses Wunderwassers beschäftigt. — Im Teiche oder Behälter des warmen Wassers, woraus das alte Bad, das Kaiserbad, u. s. w., ihr Wasser erhalten, leben in einer Temperatur von 56 bis 58° R. Fische in Menge. Dafs alle diese warmen Bäder den Römern unbekannt gewesen sind und dagegen in den nördlich von Ofen liegenden Gebirgen warme Quellen waren, wo das alte Siccambria, (jetzt Alt-Ofen,) stand, sollte man beinahe glauben, wenn man die Rudera eines Aquaeductus sieht, welcher über die Felder in gerader Linie auf ein Badelhaus (*judarium*) zugeht, dessen unterste Etage noch zum Theil ausgegraben ist, und das schonste Denkmahl des Alterthums in Alt-Ofen abgiebt.

3. Von Herrn Bergassessor Dr. Richter.

Berlin den 23ten Jul. 1804.

Das *Aräometer* und das *Alkoholometer*, welches Sie bei mir bestellt haben, erfolgen hierbei. Da beide Inventariestücke des Universitätsapparats seyn sollen, so habe ich bestmöglichst für die höchste Vollkommenheit gesorgt, und zu dem Ende das Aräometer in einen einzigen Cylinder gestellt, der von 0,68 bis 3,00 geht, also weit über die beiden Punkte des bis jetzt uns bekannten leichtesten und schwersten Flüssigen, es versteht sich mit Ausnahme des Quecksilbers. Das Aräometer kostet wegen mehrerer Aufopferung von Rohren statt sonstiger 10 Rthlr., etwas mehr, nämlich 11 Rthlr. 12 Gr.; das Alkoholometer wie bekannt 4 Rthlr. Mit hölzerner Büchse ist der Preis jedes noch um 1 $\frac{1}{2}$

[illegible]

the jetzt erhaltener Röhren dieses Inventariestück für mich wieder zu ersetzen.

Sie erhalten hierbei ferner einen sehr gut gerathenen 2 Quentchen schweren parallelepipedarischen Stab und mehrere Bleche aus *absolut-reinem Nickel*. Der reine Nickel gehört, wie Sie hieraus sehen mögen, unter die dehnbaren oder so genannten ganzen Metalle; nicht nur heiss, sondern auch kalt lässt er sich zu sehr dünnen Platten schlagen. Er ist nicht nur sehr magnetstrebend, sondern auch polaritätsfähig. Ihr Stäbchen hat durch das bloße Schmieden bereits Pole erhalten, denn es zieht die kleinen Nickelplatten an, und Sie werden daher erst die Pole desselben bestimmen müssen, ehe Sie es an einen Magnet hängen, um seine Polarität nicht zu stören. In dem nächsten Stücke des *allgemeinen Journals der Chemie* werde ich mehr von seinen Eigenschaften und die Darstellungsmethode zeigen. Letztere ist aus Mangel an Gelegenheit nicht für jeden Chemiker ausführbar. Schade, dass sie so kostbar ist. Ich möchte sie in grossen Quantitäten zu unternehmen mich nicht anheischig machen, wenn man mir auch eben so viel Gold, als der dargestellte absolut-reine Nickel wiegt, dafür versprechen wollte. Inzwischen habe ich doch aus wissenschaftlichem Eifer einige Unzen dieses absolut-reinen Metalles dargestellt und in kleine Stäbe, so wie auch zu Platten geschmiedet. Als Rarität in Sammlungen etwas abzulassen, bin ich erbötig, gegen Bonification à 3 Rthlr. für das Quentchen, jedoch kann ich nicht mehr als höchstens $1\frac{1}{2}$ bis 2 Quentchen personatim ablassen, weil sonst mein Vorrath, der mir theuer und werth ist, weil er nicht nur viel Geld, sondern auch ungeheuer langweilige Arbeit gekostet hat, bald zu Ende gehen würde, und ich nicht Lust habe, dergleichen langweilige Arbeiten aufs neue zu machen. Die ge-

Hämmerten Stäbe sind ungefähr 2 Zoll lang, damit sie an beide Pole eines Magnets reichen können. Auch kann ich etwas kohlenfauren und entkohlen säurten reinen Nickelkalk, die aus dem absolut reinen Nickel durch Auflösung und Niederschlagung bereitet sind, doch nicht mehr als für 1 Rthlr. von jedem ablassen. Auch Herr Scherer hat etwa $\frac{3}{4}$ Quentchen Nickel von mir erhalten. Ich schreibe Ihnen dieses nicht darum, um einen Handel zu machen, sondern der wissenschaftlichen Mittheilung wegen; denn hier ist es nicht die Sache, durch Handel sich bereichern zu wollen.

Da wir einmahl von reinen Sachen reden, so füge ich noch hinzu, daß ich auch ungefähr 2 Pf. gemeine Bernsteinäure gekauft und durch absolute Reinigung etwas über $\frac{1}{2}$ Pf. erhalten habe. Sie ist in ungefärbten Krytallen und hat nicht den mindesten Geruch. Ich habe bereits an einige Freunde, z. B. Scherer in Dorpat, einzelne Unzen, die Unze zu 3 Rthlr. 12 Gr., davon überlassen, weil ich keine so große Menge dieser Säure bedarf, und das darin steckende Geld, welches bei dem gar hohen Preise der Bernsteinäure ein kleines Kapital ausmacht, wieder zu andern Versuchen benutzen will. Noch kann ich Chemikern mit einigen Unzen davon dienen, die Unze zu 5 $\frac{1}{2}$ Rthlr.

Jetzt bin ich mit absoluter Reinigung des Kobaltkönigs und Braunsteinkönigs beschäftigt. Sein frisch kohlenfaur-gefällter Kalk gewährt einen prachtvollen Anblick. Ich hoffe einige Unzen dieser Metalle zu gewinnen, um ihre Eigenschaften näher auszuspiiren.



Taf. I.

Fig. 1.

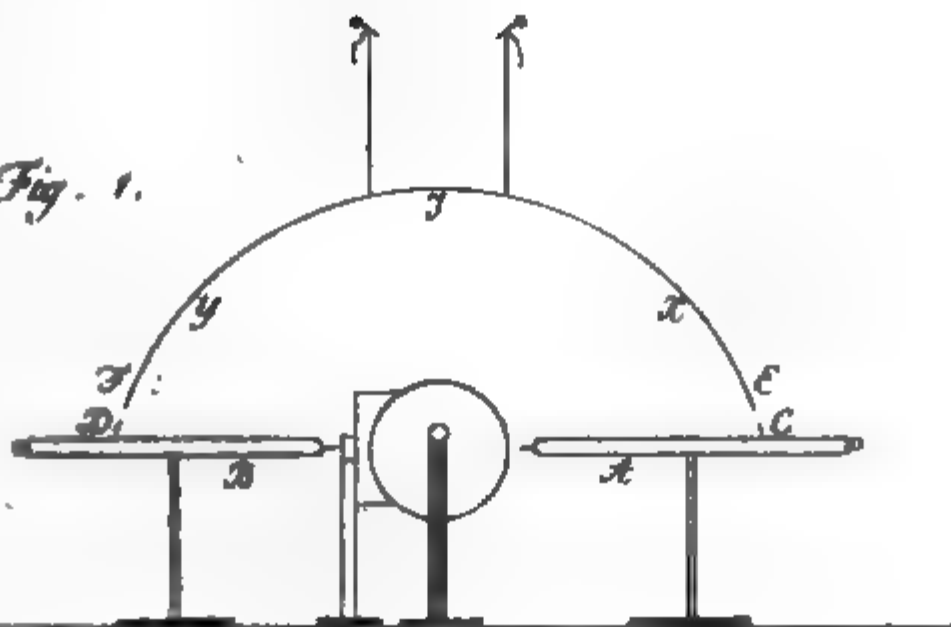
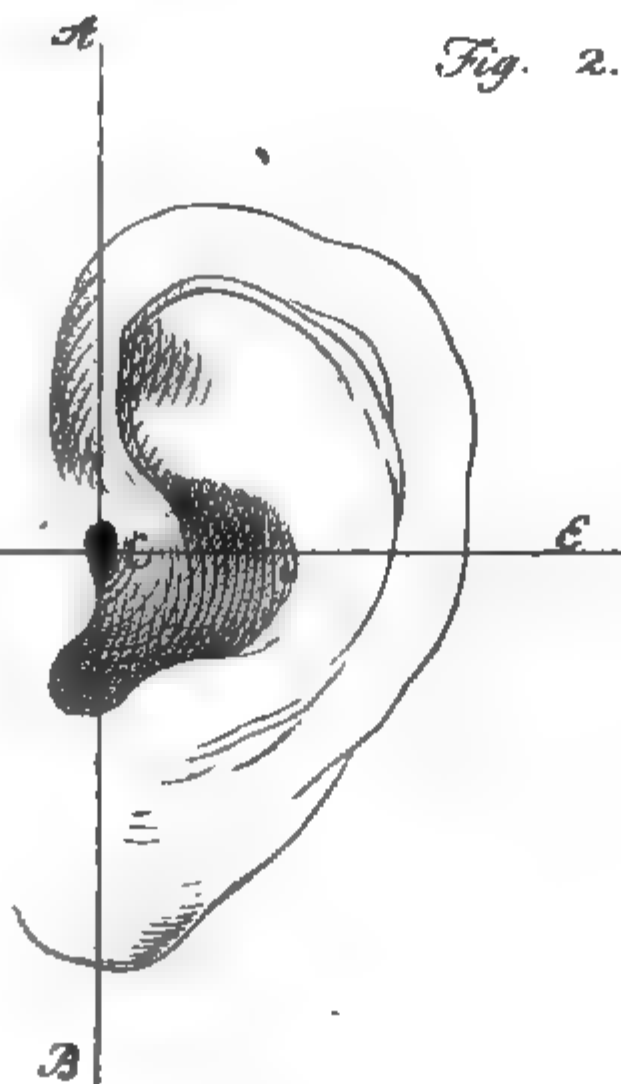


Fig. 2.



1

APR 13 1937



APR 13 1937

